

# Роль экстракорпоральной мембранной оксигенации в комплексном лечении острых химических отравлений

А.Ю. Симонова<sup>1,2,3</sup>✉, М.М. Поцхверия<sup>1,2</sup>, С.В. Журавель<sup>1</sup>, С.С. Петриков<sup>1</sup>, А.М. Талызин<sup>1</sup>

Отделение острых отравлений

<sup>1</sup> ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»

Российская Федерация, 129090, Москва, Б. Сухаревская пл., д. 3

<sup>2</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» МЗ РФ

Российская Федерация, 125993, Москва, Баррикадная ул., д. 2/1, стр. 1

<sup>3</sup> ФГБУ «Научно-практический токсикологический центр ФМБА России»

Российская Федерация, 129090, Москва, Б. Сухаревская пл., д. 3, стр. 7

✉ Контактная информация: Симонова Анастасия Юрьевна, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения острых отравлений и соматопсихиатрических расстройств ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ».

Email: [simonovaau@sklif.mos.ru](mailto:simonovaau@sklif.mos.ru)

## ЦЕЛЬ

Анализ данных литературы по применению экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) при острых отравлениях химической этиологии.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Поиск отечественных публикаций проводился в базе данных *eLibrary*, зарубежных — в базах *MEDLINE/PubMed*, *Google Scholar* за период 2010–февраль 2023 г. В качестве поискового запроса использовались термины согласно официальным терминам *MeSH*: “*Extracorporeal Membrane Oxygenation*” or “*Membrane Oxygenation, Extracorporeal*” or “*ECMO Treatment*” and “*poisoning*”.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В данном обзоре приведены сведения о результатах применения вено-артериальной (ВА ЭКМО) и вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ВВ ЭКМО) при развитии рефрактерного кардиогенного шока, остановки сердечной деятельности и тяжелого острого респираторного дистресс-синдрома при острых химических отравлениях.

## ВЫВОДЫ

Анализ данных показал, что у пациентов с острыми химическими отравлениями ниже частота осложнений и летальность при включении в комплексную терапию экстракорпоральной мембранной оксигенации/ЭКМО-сердечно-легочной реанимации по сравнению с больными, у которых показаниями к использованию данной методики послужили другие причины. Вероятно, это связано с тем, что пациенты в группе с острыми отравлениями моложе, у них меньше сопутствующих заболеваний, а экстракорпоральная мембранная оксигенация требуется, как правило, на более короткий период времени до выведения токсиканта из организма с помощью применения методов их элиминации и восстановления нарушенных функций.

## Ключевые слова:

острое отравление, токсикология, экстракорпоральная мембранная оксигенация, ЭКМО, ЭКМО-СЛР, ВА ЭКМО, ВВ ЭКМО, острое отравление химической этиологии

## Ссылка для цитирования

Симонова А.Ю., Поцхверия М.М., Журавель С.В., Петриков С.С., Талызин А.М. Роль экстракорпоральной мембранной оксигенации в комплексном лечении острых химических отравлений. *Журнал им. Н.В. Склифосовского неотложная медицинская помощь*. 2023;12(3):448–457. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-3-448-457>

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

## Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

ВВ — вено-венозная

ВА — вено-артериальная

ЭКМО — экстракорпоральная мембранная оксигенация

ОО — острое отравление

ОРДС — острый респираторный дистресс-синдром

СЛР — сердечно-легочная реанимация

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Острые отравления (ОО) могут привести к угрожающей жизни осложнениям и даже смерти вследствие сердечной и (или) дыхательной недостаточности [1, 2]. Развитие кардиогенного отека легких, как правило, обусловлено передозировкой веществ, которые либо непосредственно угнетают сократимость, оказывая отрицательное инотропное действие, либо увеличивают пред- и постнагрузку [1]. Это характерно для отравлений антагонистами кальция или β-адреноблокаторами, а также отрицательным инотропным действием

обладают другие вещества, такие как Н1-блокаторы, фенотиазины, антиаритмические средства, местные анестетики и яды растительного происхождения [1–5]. Нередко причиной нарушения гемодинамики является не прямое действие ксенобиотиков на сердечно-сосудистую систему, а сложившееся в результате развития гипоксии, ацидоза, гиповолемии и аритмии. Передозировка ряда препаратов может приводить к развитию миокардита и сердечной недостаточности [6–9]. Кардиогенный шок может возникать при

отравлении угарным газом, цианидами, пестицидами вследствие митохондриальной дисфункции [10, 11].

Тяжелая дыхательная недостаточность может развиться в результате нарушения вентиляционно-перфузионного отношения, снижения диффузионной способности легких (пневмонии, вдыхания ядовитых газов, и др.) и развития острого повреждения легких (после введения налоксона, опиоидов, салицилатов, фосгена и т.п.) [12–15].

Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО) — инвазивный экстракорпоральный метод, который обеспечивает временное протезирование функции кровообращения и дыхания в то время, когда пациенту с ОО проводится комплекс мероприятий, включающий, в том числе, методы ускорения элиминации токсичных веществ [16]. В последние годы широкое применение ЭКМО/ЭКМО-СЛР (сердечно-легочная реанимация) получила у пациентов при лечении рефрактерного кардиогенного шока и острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) различной этиологии, а также при рефрактерной клинической смерти [17].

Современные данные свидетельствуют и о более частом применении в последние годы ЭКМО/ЭКМО-СЛР при острых экзотоксикозах во всем мире [16, 18]. Так, согласно *Gumtin D.D.* в 2019 году ЭКМО в США при острых отравлениях химической этиологии применяли в 141 случае [19]. Увеличение частоты применения ЭКМО, вероятно, связано с оптимизацией подходов к ЭКМО, повышением доступности и усовершенствованием системы осведомления о тяжелых пациентах, которым требуется проведение данной методики.

**Цель:** анализ данных литературы по применению ЭКМО при острых химических отравлениях.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Поиск отечественных публикаций проводился в базе данных eLibrary, зарубежных — в базах *MEDLINE/PubMed*, *Google Scholar* за период 2010–февраль 2023 г. В качестве поискового запроса использовались термины согласно официальным терминам *MeSH*: “*Extracorporeal Membrane Oxygenation*” or “*Membrane Oxygenation, Extracorporeal*” or “*ECMO Treatment*” and “*poisoning*”. В анализ были включены статьи, в которых были представлены результаты использования ЭКМО при острых химических отравлениях: описание отдельных случаев, серии клинических наблюдений, мнения экспертов и ретроспективные когортные, проспективные наблюдательные исследования.

## ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНАЯ МЕМБРАННАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ

ЭКМО — временный метод вспомогательного кровообращения для поддержания гомеостаза путем частичного/полного замещения газообменной функции легких (оксигенация, элиминация углекислого газа) и/или насосной функции сердца при развитии жизнеугрожающих расстройств системной гемодинамики и (или) легочного газообмена [16, 20]. ЭКМО является методом лечения, применение которого позволяет временно протезировать функцию кровообращения и дыхания. Технология ЭКМО направлена на поддержание пациентов, находящихся в критическом состоянии, но и в то же время с потенциально обратимыми нарушениями деятельности дыхательной и (или) сердечно-сосудистой системы, лечение которых неэффективно с помощью традиционных методов интенсивной терапии [16, 20].

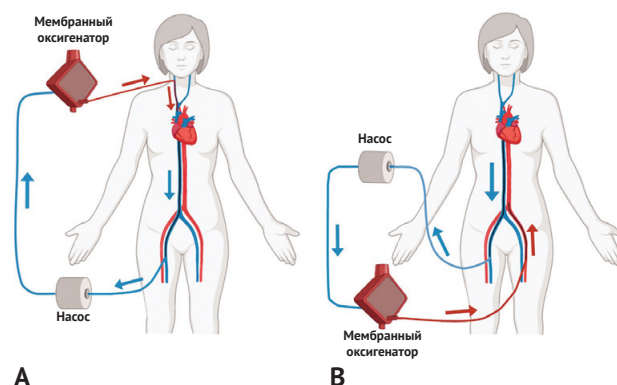


Рисунок. Методики экстракорпоральной мембранной оксигенации [16]. А — вено-венозная; В — вено-артериальная  
Figure. Methods of extracorporeal membrane oxygenation [16]. A — veno-venous; B — veno-arterial

Существуют следующие методики ЭКМО: вено-венозная, вено-артериальная (рисунок). Варианты подключения ЭКМО (периферическое): вено-венозная (ВВ) — «бедренная вена–яремная вена», «бедренная вена–бедренная вена»; вено-артериальная (ВА) — «бедренная вена–бедренная артерия», «бедренная вена–подключичная артерия» (канюля или графт), комбинированный (гибридный) вариант — «бедренная вена, бедренная артерия–яремная вена» [16, 21, 22].

## ПРОТИВПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ ЭКМО

Противопоказания делятся на абсолютные и относительные. Большинство противопоказаний относительно, связаны с соотношением риска от проведения ЭКМО и потенциальной пользы от вмешательства. Абсолютными противопоказаниями являются: преморбидный фон неизлечимых заболеваний и бесперспективность лечения (поражение центральной нервной системы, онкологические заболевания с метастатическими поражениями), обширный геморрагический инсульт, невозможность канюляции сосудов по причине тромбозов, остановка сердца без свидетелей, длительная СЛР без адекватной перфузии тканей и расслоение аорты [18, 23, 24]. Относительными противопоказаниями являются: ограничения для проведения антикоагулянтной терапии, пожилой возраст, ожирение, невозможность обеспечения компонентами крови. Относительные противопоказания варьируются в зависимости от опыта конкретного учреждения, команды ЭКМО и местных протоколов [16, 24].

## ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКМО

Согласно реестру организации экстракорпорального жизнеобеспечения *ELSO* [23], осложнения при проведении ЭКМО подразделяются на: а) геморрагические — в 20% случаев; б) тромбоэмболические (вследствие тромбоза контура); в) инфекционные; г) осложнения, связанные с канюляцией, например, ишемия конечности, перфорация, расслоение сосуда и др. [25–27].

Целью применения ЭКМО у пациентов с острыми химическими отравлениями является временное поддержание функции легких и (или) сердца при развитии тяжелой дыхательной и (или) сердечной недостаточности во время проведения детоксикации с целью элиминации токсичных веществ до их выведения из

организма и восстановления функций поврежденных органов [16].

#### ПРИМЕНЕНИЕ ВЕНО-АРТЕРИАЛЬНОЙ ЭКМО У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМИ ХИМИЧЕСКИМИ ОТРАВЛЕНИЯМИ

Проведено ретроспективное исследование применения ВА ЭКМО у пациентов с кардиогенным шоком при ОО в период 2003–2018 гг. Согласно реестру организации экстракорпорального жизнеобеспечения (ELSO), зарегистрировано 104 случая применения данной методики при ОО [28]. Оценка частоты использования ВА ЭКМО при ОО показала увеличение последней в предыдущие годы. Медиана возраста составила 34 года, 53,5% больных были мужчины. В 47,1% случаев причиной использования ВА ЭКМО было отравление кардиотоксическими препаратами, второе место занимали опиаты — 8,7%, на третьем месте расположились кокаин (3,8%) и антидепрессанты (3,8%). До начала проведения ВА ЭКМО 85% пациентам было назначено не менее 2 вазопрессорных/инотропных препаратов, у 33% ( $n=34$ ) из них была остановка сердечной деятельности, потребовавшая СЛР. В течение 24 часов после подключения ВА ЭКМО наблюдали выраженную положительную динамику гемодинамических показателей, а также pH и содержания бикарбоната сыворотки крови. Медиана продолжительности ВА ЭКМО составила всего 68 (48;113) часов. В удовлетворительном состоянии из стационара были выписаны 55 больных (52,9%); в 47% случаев пациенты, у которых была зарегистрирована остановка сердечной деятельности до проведения ВА ЭКМО-СЛР, выжили.

Также масштабное ретроспективное исследование проведено по оценке эффективности применения ВА ЭКМО при ОО в период 2000–2018 гг., в которое вошли 332 взрослых и 75 детей [29]. Были проанализированы данные 55 токсикологических центров США. Наиболее часто применение ВА ЭКМО требовалось пациентам с отравлением седативными/снотворными препаратами (26%), антидепрессантами (25%), блокаторами кальциевых каналов (19%) и опиоидами (17%). У детей ВА ЭКМО использовали при отравлениях углеводородами (37%), антиаритмическими (15%) либо антигистаминными средствами (8%). Летальность составила 29,5% у взрослых, 32% — у детей. Выжили 43% из 111 пациентов после остановки сердечной деятельности. Авторы отметили, что летальность была практически одинаковой при отравлениях различными токсичными веществами.

Следует акцентировать внимание на том, что к настоящему времени нет рандомизированных контролируемых исследований, изучающих эффективность ЭКМО при ОО, однако по результатам нескольких ретроспективных исследований возможно составить представление о выживаемости между группами пациентов, которым в комплекс лечения входило проведение ВА ЭКМО по сравнению со стандартной терапией. Так, Masson, Romain, et al. провели анализ 62 пациентов (52 с рефрактерным шоком, 10 — со стойкой остановкой сердечной деятельности), которые были госпитализированы в разные стационары с возможностью (либо отсутствием) применения ЭКМО в период 1999–2010 гг. [30]. Средний возраст больных составил  $48 \pm 17$  лет. Одной группе пациентов в комплекс лечения было включено проведение ВА ЭКМО, а второй, соответственно, нет. Самую многочисленную группу составили пациенты с отравлением антиаритмическими препаратами. В

45 случаях диагностировано отравление тремя токсикантами. Авторы указывали, что группы были сопоставимы. Пациенты, которым применяли ВА ЭКМО, имели значительно более высокую выживаемость по сравнению с другой группой (86% против 48% соответственно; отношение шансов летальности: ОШ=0,15 [0,02–0,85]). Эта тенденция сохранялась при анализе с поправкой на тяжесть критического состояния и токсичный агент ( $aOR=0,18$  [0,03–0,96]). Обращает на себя внимание, что ни один пациент с остановкой сердца в группе без ЭКМО-СЛР не выжил — в отличие от всех выживших в другой группе ( $n=3$ ). При отравлении  $\beta$ -блокаторами была статистически значимо более низкая летальность ( $p=0,02$ ). Медиана продолжительности ВА ЭКМО составила 6 суток. В группе ЭКМО наблюдали следующие осложнения: у 4 пациентов развилась ишемия конечности, при этом 2 из них потребовалась хирургическая реваскуляризация, а у 2 — сильное кровотечение в месте канюляции.

Исследование *Mégarbane Bruno et al.* показало, что из 17 пациентов, которым в комплексе лечения использовали ВА ЭКМО-СЛР при рефрактерной остановке сердечной деятельности (12 — с острым химическим отравлением (I группа), 5 — по другим причинам (II группа)), выживаемость при ОО составила 25% ( $n=3$ ) против 0% в другой группе [31]. При этом возраст больных был немного выше в 1-й группе, по остальным показателям группы были сопоставимы (медиана максимального балла по SOFA за время наблюдения в стационаре (18,5 (15,8; 20,3) против 18,0 (17; 20)), медиана продолжительности от остановки сердца до канюляции (120 минут (45; 180) против 135 минут (120; 185)). Медиана длительности ВА ЭКМО у пациентов с ОО составила 56 (5; 108) часов. Обращает на себя внимание, что у выживших пациентов с ОО остановка сердечной деятельности на фоне СЛР до начала ЭКМО длилась 30, 100 и 180 минут, они были выписаны в удовлетворительном состоянии на 12-й, 13-й и 14-й день после госпитализации в стационар, неврологического дефицита и сердечно-сосудистых осложнений впоследствии отмечено не было.

В другом ретроспективном когортном исследовании были получены аналогичные результаты. Обследованы 64 пациента, получавших ВА ЭКМО/ВА ЭКМО-СЛР, 19 из них — с ОО. Выживаемость пациентов с ОО была значительно выше по сравнению с пациентами, которым проводили ВА ЭКМО по другим причинам (79% против 20% соответственно,  $p<0,0001$ , статистически значимо); многофакторный анализ показал, что отравление было в значительной мере связано с более низкими шансами летальности ( $aOR=0,07$  [0,01–0,28]). Больные с ОО, которым применяли ВА ЭКМО по поводу рефрактерной остановки сердца, имели выживаемость 67% против 9% у пациентов с ВА ЭКМО с рефрактерной остановкой сердца, не связанной с отравлением [32].

Результаты ранее проведенного исследования продемонстрировали не только высокую выживаемость пациентов, которым в комплекс лечения включали применение ВАЭКМО/ВА ЭКМО-СЛР вследствие ОО (76%), но и более быстрое неврологическое восстановление с полным восстановлением сердечной деятельности [33]. Относительно высокая выживаемость без неврологического дефицита пациентов с ОО с ВА ЭКМО, несмотря на длительную остановку сердца до канюляции, контрастирует с очень низкой выживаемостью

мостью пациентов из другой группы с рефрактерной остановкой сердца по другим причинам [34].

Согласно наблюдательному ретроспективному исследованию *Matteo Pozzi M.D. et al.* в период с 2007 по 2020 год, 32 пациентам (средний возраст  $45,4 \pm 15,8$  года; 62,5% — женщины) подключали ВА ЭКМО/ВА ЭКМО-СЛР по поводу рефрактерного кардиогенного шока, вызванного лекарственной интоксикацией ( $n=25$ ) или остановкой сердечной деятельности при ОО ( $n=7$ ) [35]. У 7 пациентов (21,8%) развилась ишемия нижних конечностей во время самой процедуры ВА ЭКМО. Высокий уровень развития этого осложнения авторы объясняют потребностью в применении высоких доз вазопрессорных препаратов при отравлении кардиотоксическими средствами. Частота остальных осложнений соответствовала результатам других исследований [36, 37]. Ведущим инфекционным осложнением была пневмония ( $n=12$ ; 37,5%). В 26 случаях (81,2%) пациенты были успешно отключены от ВА ЭКМО в среднем через  $2,9 \pm 1,3$  дня. Один пациент (3,1%) умер после отключения от ВА-ЭКМО по поводу полиорганной недостаточности, а выживаемость до выписки из стационара составила 78,1% ( $n=25$ ), неврологического дефицита у них не отмечали. Это соответствует данным предыдущих исследований [30]. Статистически значимых различий выживаемости не было в зависимости от пола (мужчины — 75,0% по сравнению с женщинами — 80,0%;  $p=0,535$ ), типа отравления (один препарат — 81,8% по сравнению с несколькими препаратами — 76,1%;  $p=0,544$ ) и типа стационара, где осуществлялось подключение ВА ЭКМО. Выживаемость была значительно ниже у пациентов, получавших ВА ЭКМО во время проводимой СЛР (42,8% против 88,0%;  $p=0,026$ , статистически значимо). Медианы продолжительности лечения в отделении реанимации и интенсивной терапии и в стационаре составили 9 и 18 суток.

*Duburcq Thibault et al.* на основании результатов своего исследования сделали выводы о том, что сокращение сроков от госпитализации до начала ВА ЭКМО является одним из ключевых моментов в исходе заболевания. Анализ результатов лечения 22 пациентов с отравлением наркотическими средствами, которым потребовалось применение ВА ЭКМО, свидетельствовал, что срок от госпитализации до начала проведения ЭКМО был статистически значимо меньше у выживших пациентов, где выживаемость составила 45,4% (10 из 22) [38].

*Anita Orlando et al.* описали случай успешного применения ВА ЭКМО при развитии кардиогенного шока вследствие тяжелого отравления этиленгликолем (ЭГ). Спорным моментом в данном случае было установление интродьюсеров заранее на фоне прогрессирующего ухудшения состояния, не дожидаясь перфузиолога. При химико-токсикологическом исследовании смертельные концентрации ЭГ обнаружены как в крови — 32,2 мг/дл, так и в моче — 160 мг/дл. Пациенту проводили гемодиализ. ВА ЭКМО было подключено согласно показаниям. Через 6 часов наблюдали снижение уровня ЭГ в крови до 8,2 мг/дл. Продолжительность ВА ЭКМО всего составила 16 часов, а через 24 дня пациент был выписан в удовлетворительном состоянии [39].

В Японии также проведено масштабное ретроспективное исследование. Зарегистрированы 5263 пациента, которым применяли ВА ЭКМО в период 2010–2013 гг. в результате кардиогенного шока или остановки

сердечной деятельности. Из них 90 человек были с ОО. Общая летальность составила 72,5%, самая низкая оказалась в группе пациентов с ОО — 62% [40].

Был проведен еще ряд исследований и описаны клинические наблюдения, демонстрирующие положительное влияние включения в комплексную терапию ВА ЭКМО на исход заболевания у пациентов с различными токсичными веществами (фосфид алюминия, грибы, растительные яды и др.) [41–46].

На основании результатов исследований, описания отдельных или серии случаев можно сделать вывод, о том что у пациентов, которым применяли ВА ЭКМО/ВА ЭКМО-СЛР по поводу рефрактерного шока и остановки сердечной деятельности, развившихся вследствие ОО, оказалась значительно более низкая летальность, чем у пациентов, использование экстракорпорального метода у которых было связано с другими причинами (острый коронарный синдром, тромбоэмболия легочной артерии и др.).

#### ПРИМЕНЕНИЕ ВВ ЭКМО ПРИ ОСТРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ОТРАВЛЕНИЯХ

ВВ ЭКМО следует применять при ОРДС тяжелой степени. Критериями начала ЭКМО являются:  $pO_2/FiO_2$  менее 80 мм рт.ст. (при PEEP выше 15 мбар), pH менее 7,2 и оценка по шкале повреждения легких (LIS) более 3 баллов [24].

*Radowsky Jason S., et al.* провели ретроспективное исследование по сравнительной оценке эффективности ЭКМО у пациентов с различными заболеваниями, в том числе с ОО [47]. В исследование включены 189 пациентов, у 27 из которых (14%) было диагностировано ОО. Пациенты с ОО, которым требовалась ВВ ЭКМО, были моложе, имели более низкий средний индекс массы тела и  $pO_2/FiO_2$ , а также более высокие баллы RESP, чем пациенты без ОО ( $p=0,002$ , 0,01, 0,03 и 0,01 соответственно, статистически значимо). Между двумя группами не было различий в показателях pH, лактата и SOFA перед канюляцией ( $p=0,24$ , 0,5 и 0,6 соответственно). В этом исследовании не было продемонстрировано различий в выживаемости между группами ( $p=0,95$ ). Среди пациентов с благоприятным исходом также не было различий в продолжительности ЭКМО и госпитализации ( $p=0,24$ ,  $p=0,07$ ).

В более раннем исследовании были проанализированы данные реестра ELSO. Общая летальность составила 41% при анализе когорты 83 пациентов, которым проводили ЭКМО при ОО. В 56% случаев применяли ВВ ЭКМО [48]. Пациенты, которым ЭКМО включали в комплекс лечения по поводу аспирационной пневмонии или ингаляционной травмы, имели самую высокую выживаемость — 89%.

Круглякова Н.М. и соавт. представили случай применения ВВ ЭКМО при ингаляционном отравлении плавиковой кислотой. Авторы указали на эффективность и перспективность данного метода в комплексной терапии ОО [49].

Анализ данных показал, что клинические результаты применения ЭКМО/ЭКМО-СЛР у пациентов с острыми химическими отравлениями значительно лучше по сравнению с больными, у которых показаниями к использованию ЭКМО/ЭКМО-СЛР послужили другие причины (ниже частота осложнений, летальность). Вероятно, это связано с тем, что пациенты с острыми отравлениями моложе, у них меньше сопутствующих заболеваний, а ЭКМО требуется, как правило, на более

короткий период времени — до выведения токсиканта из организма с помощью применения методов их элиминации и восстановления нарушенных функций.

Рекомендации по применению ЭКМО у пациентов с острыми химическими отравлениями:

Cameron Upchurch et al. и другими исследователями на основании результатов исследований были сформулированы следующие показания к применению ЭКМО в случае острых химических отравлений при отсутствии противопоказаний [16]:

1. ВА ЭКМО показано при рефрактерном кардиогенном шоке у пациентов с острым химическим отравлением, несмотря на проведенные методы лечения (инфузионная терапия, введение вазопрессоров/инотропных препаратов, антидотная терапия, введение высоких доз инсулина, жировых эмульсий и др.) [50].

2. Пациентам при остановке сердечной деятельности показано немедленное рассмотрение возможности проведения ВА ЭКМО-СЛР.

3. Показанием к применению ВВ ЭКМО при острых химических отравлениях является развитие ОРДС тяжелой степени. В этих случаях проводят согласно стандартным показаниям [51, 52].

В исследовании St-Onge, Maude et al. была проанализирована экономическая составляющая применения ВА ЭКМО у пациентов с острыми отравлениями кардиотоксическими препаратами. Вероятно, применение ВА ЭКМО — экономически эффективный метод лечения, однако авторы отметили ограничения исследования — данные были основаны на небольшой выборке и требовали подтверждения в последующих исследованиях [53].

Среди ряда экспертов существует мнение, что проведение ЭКМО небезопасно при терапии жировыми эмульсиями в случаях отравлений жирорастворимыми токсикантами, такими, как пропранолол, верапамил, некоторыми антидепрессантами и др. [54, 55]. Это объясняется высоким риском тромбообразования в контуре в результате агрегации липидов, несмотря на гепаринизацию. Подобные сообщения единичны [56]. Тогда как, напротив, результаты многочисленных наблюдений показывают успешный опыт одновременного применения ЭКМО и жировых эмульсий [57–62].

В случае отравлений диализирующимися ядами следует рассмотреть одновременное применение гемодиализа на фоне ЭКМО для более быстрой элиминации токсичных веществ и сокращения продолжительности ЭКМО [16].

Adeel Abbasi M.D. et al. в своей работе поднимают вопрос об этических моментах проведения ЭКМО пациентам с психическими заболеваниями. Авторы подчеркивают, что в случае наличия показаний к

проведению ЭКМО у пациентов с ОО химической этиологии не следует считать противопоказанием прием токсичного вещества с целью суицида, наркотического/алкогольного опьянения и наличия психического заболевания по этическим соображениям [63].

ЭКМО может использоваться в качестве «моста» к трансплантации органов. В литературе встречаются описания наблюдений, когда трансплантацию легких или сердца проводили у пациентов с ОО на ЭКМО. Так, например, пациенту с отравлением аконитином, у которого развился тяжелой некроз миокарда, установили ВА ЭКМО и через 21 день провели трансплантацию сердца [64]. Также представлен случай применения ВВ ЭКМО как «моста» к трансплантации легких при отравлении паракватом [65].

При острых отравлениях некоторыми токсикантами проведение ЭКМО, вероятно, может быть неэффективным [16]: при отравлении ядами, вызывающими митохондриальную дисфункцию (динитрофенол, фторацетат, цианид и др.), ядами, препятствующими транспортировке кислорода к клетке (яды, вызывающие гемолиз, и др.), развитии тяжелой коагулопатии и ДВС-синдрома (диссеминированного внутрисосудистого свертывания) и необратимом повреждении органов-мишеней (разъедающие вещества, ртуть). Авторы отмечают, что это не абсолютные противопоказания к использованию ЭКМО, но необходимо тщательно взвесить потенциальные риски и преимущества. Для этого требуется заключение мультидисциплинарной команды после оценки риска и прогноза [16].

ЭКМО является ресурсоемкой методикой, и во многом ее эффективность зависит от оснащенности отделения, его загруженности, опыта и мотивированности персонала.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Острые экзотоксикозы могут привести к угрожающим жизни осложнениям и даже смерти вследствие сердечной и (или) дыхательной недостаточности. Несмотря на то, что ЭКМО в последние годы все чаще применяется в интенсивной терапии критических состояний, при острых отравлениях химической этиологии эта методика используется еще довольно редко и не является стандартной процедурой лечения рефрактерного шока/остановки сердечной деятельности или тяжелого ОРДС, а клинические показания и рекомендации по проведению ЭКМО/ЭКМО-СЛР у пациентов с острыми химическими отравлениями еще недостаточно изучены. При этом, как показал анализ литературы, клинические результаты применения ЭКМО у больных с острыми химическими отравлениями значительно лучше, чем у другой категории пациентов.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Хоффман Р.С., Хауланд М.-Э., Нельсон Л.С. *Экстренная медицинская помощь при отравлениях*. Пер. с англ. Москва: Практика; 2010.
- Лужникова Е.А. (ред.) *Медицинская токсикология: национальное руководство*. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2014.
- Melnik EV, Belova MV, Tyurin IA, Simonova AY, Tyurin IA, Ramenskaya GV. Veratrum Alkaloid Determination in Four Cases of Veratrum Aqua Poisonings. 2022;46(1):E42–E47. <https://doi.org/10.1093/jat/bkab019> PMID: 33559680
- Zavaliy LB, Petrikov SS, Simonova AY, Potkhveriya MM, Zaker F, Ostapenko YN, et al. Diagnosis and treatment of persons with acute thallium poisoning. *Toxicol Rep*. 2021;8:277–281. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.01.013> PMID: 33552926
- Симонова А.Ю., Рожков П.Г., Белова М.В., Ильяшенко К.К., Поцхверия М.М., Остапенко Ю.Н. Анализ токсикологической ситуации в Москве в первые три месяца пандемии COVID-19. *Токсикологический вестник*. 2021;29(5):49–57. <https://doi.org/10.36946/0869-7922-2021-29-5-49-57>
- Amraotkar AR, Pachika A, Grubb KJ, DeFilippis AP. Rapid Extracorporeal Membrane Oxygenation Overcomes Fulminant Myocarditis Induced by 5 Fluorouracil. *Tex Heart Inst J*. 2016;43(2):178–182. <https://doi.org/10.14503/THIJ-15-5100> PMID: 27127440
- Howell E, Paivanas N, Stern J, Vidula H. Treatment of acute necrotizing eosinophilic myocarditis with immunosuppression and mechanical circulatory support. *Circ Heart Fail*. 2016;9(12):e003665. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.116.003665> PMID: 27940496

8. Beyls C, Huette P, Guilbart M, Nzonzuma A, Abou Arab O, Mahjoub Y. An urgent open surgical approach for left ventricle venting during peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiac arrest: case report. *Perfusion*. 2020;35(1):82–85. <https://doi.org/10.1177/0267659119853949> PMID: 31218916
9. Lo M-H, Huang C-F, Chang L-S, Kuo H-C, Chien S-J, Lin I-C, et al. Drug reaction with eosinophilia and systemic symptoms syndrome associated myocarditis: a survival experience after extracorporeal membrane oxygenation support. *J Clin Pharm Ther*. 2013;38(2):172–174. <https://doi.org/10.1111/jcpt.12025> PMID: 23173909
10. Geng S, Hao X, Xu H, Yao J, He D, Xin H, et al. Cardiac injury after acute carbon monoxide poisoning and its clinical treatment scheme. *Exp Ther Med*. 2020;20(2):1098–1104. <https://doi.org/10.3892/etm.2020.8801> PMID: 32742349
11. Gurjar M, Baronia AK, Azim A, Sharma K. Managing aluminum phosphide poisonings. *J Emerg Trauma Shock*. 2011;4(3):378–384. PMID: 21887030
12. Shah A, Pasirja C, Kronfli A, Wehman B, Griffith BP, Sanchez PG. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation use in the treatment of bleomycin pulmonary toxicity. *Innovations*. 2017;12(2):144–146. <https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000340> PMID: 28121640
13. Wolkove N, Baltzov N. Amiodarone pulmonary toxicity. *Can Respir J*. 2009;16(2):43–48. <https://doi.org/10.1155/2009/282540> PMID: 19399307
14. Radke JB, Owen KP, Sutter ME, Ford JB, Albertson TE. The effects of opioids on the lung. *Clin Rev Allergy Immunol*. 2014;46(1):54–64. <https://doi.org/10.1007/s12016-013-8373-z> PMID: 23636734
15. Jiwa N, Sheth H, Silverman R. Naloxone-induced non-cardiogenic pulmonary edema: a case report. *Drug Saf Case Rep*. 2018;5(1):20. <https://doi.org/10.1007/s40800-018-0088-x> PMID: 29749582
16. Upchurch C, Blumenberg A, Brodie D, MacLaren G, Zakhary B, Hendrickson RG. Extracorporeal membrane oxygenation use in poisoning: a narrative review with clinical recommendations. *Clin Toxicol (Phila)*. 2021;59(10):877–887. <https://doi.org/10.1080/15563650.2021.1945082> PMID: 34396873
17. Гельфанда Б.Р., Заболотских И.Б. (ред.) *Интенсивная терапия. Национальное руководство*. Москва; 2017.
18. Lewis J, Zarate M, Tran S, Albertson T. The recommendation and use of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in cases reported to the California Poison Control System. *J Med Toxicol*. 2019;15(3):169–177. <https://doi.org/10.1007/s13181-019-00704-3> PMID: 30895517
19. Gummin DD, Mowry JB, Beuhler MC, Spyker DA, Brooks DE, Dibert KW, et al. 2019 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 37th Annual Report. *Clin Toxicol (Phila)*. 2020;58(12):1360–1541. <https://doi.org/10.1080/15563650.2020.1834219> PMID: 33305966
20. 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.
21. Журавель С.В., Александрова В.Э., Уткина И.И., Кузнецова Н.К., Тарабрин Е.А. Применение левосимендана при трансплантации легких в условиях ВА ЭКМО. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2020;22(1):118–122.
22. Журавель С.В., Косолапов Д.А., Кецако М.В. Организация программы экстракорпоральной мембранной оксигенации у взрослых пациентов в многопрофильном стационаре. Опыт Регенсбурга (Германия). *Трансплантология*. 2014;4:28–32.
23. *Extracorporeal Life Support Organization (ELSO)*. Available at: <https://www.elso.org/> [Accessed March 23, 2023].
24. Заболотских И.Б., Проценко Д.Н. (ред.) *Интенсивная терапия: национальное руководство*: в 2 т. 2-е изд. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2020. Т. 1.
25. Ramanathan K, Tan CS, Rycus P, Anders M, Lorusso R, Zhang JY, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in pregnancy: an analysis of the extracorporeal life support organization registry. *Crit Care Med*. 2020;48(5):696–703. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004269> PMID: 32191415
26. Combes A, Price S, Slutsky AS, Brodie D. Temporary circulatory support for cardiogenic shock. *Lancet*. 2020;396(10245):199–212. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31047-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31047-3) PMID: 32682486
27. Daniel B, Slutsky AS, Combes A. Extracorporeal life support for adults with respiratory failure and related indications: a review. *JAMA*. 2019;322(6):557–568. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.9302> PMID: 31408142
28. Weiner L, Mazzeffi MA, Hines EQ, Gordon D, Herr DL, Kim HK. Clinical utility of venoarterial-extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) in patients with drug-induced cardiogenic shock: a retrospective study of the Extracorporeal Life Support Organizations' ECMO case registry. *Clin Toxicol (Phila)*. 2020;58(7):705–710. <https://doi.org/10.1080/15563650.2019.1676896> PMID: 31617764
29. Cole JB, Olives TD, Ulici A, Littell JM, Bangh SA, Arens AM, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for poisonings reported to US Poison Centers from 2000 to 2018: an analysis of the National Poison Data System. *Crit Care Med*. 2020;48(8):1111–1119. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004401> PMID: 32697480
30. Masson R, Colas V, Parienti J-J, Lehoux P, Massetti M, Charbonneau P, et al. A comparison of survival with and without extracorporeal life support treatment for severe poisoning due to drug intoxication. *Resuscitation*. 2012;83(11):1413–1417. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.03.028> PMID: 22469751
31. Mégarbane B, Leprince P, Deye N, Résière D, Guerrier G, Rettab S, et al. Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. *Intensive Care Med*. 2007;33(5):758–764. <https://doi.org/10.1007/s00134-007-0568-4> PMID: 17342517
32. Brunet J, Valette X, Ivascau C, Lehoux P, Sauneuf B, Dalibert Y, et al. Extracorporeal life support for refractory cardiac arrest or shock: a 10-year study. *ASAIO J*. 2015;61(6):676–681. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000000282> PMID: 26366684
33. Daubin C, Lehoux P, Ivascau C, Tasle M, Boust M, Lepage O, et al. Extracorporeal life support in severe drug intoxication: a retrospective cohort study of seventeen cases. *Crit Care*. 2009;13(4):R138. <https://doi.org/10.1186/cc8017> PMID: 19706166
34. Shin TG, Jo IJ, Sim MS, Song YB, Yang JH, Hahn JY, et al. Two-year survival and neurological outcome of in-hospital cardiac arrest patients rescued by extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Int J Cardiol*. 2013;168(4):3424–3430. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.04.183> PMID: 23664696
35. Pozzi M, Buzzi R, Hayek A, Portran P, Schweizer R, Fellahi JL, et al. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation for drug intoxications: A single center, 14-year experience. *J Card Surg*. 2022;37(6):1512–1519. <https://doi.org/10.1111/jocs.16456> PMID: 35353589
36. Cheng R, Hachamovitch R, Kittleson M, Patel J, Arabia F, Moriguchi J, et al. Complications of extracorporeal membrane oxygenation for treatment of cardiogenic shock and cardiac arrest: a meta-analysis of 1,866 adult patients. *Ann Thorac Surg*. 2014;97(2):610–616. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.09.008> PMID: 24210621
37. Bisdas T, Beutel G, Warnecke G, Hoepfer MM, Kuehn C, Haverich A, et al. Vascular complications in patients undergoing femoral cannulation for extracorporeal membrane oxygenation support. *Ann Thorac Surg*. 2011;92(2):626–631. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.02.018> PMID: 21550582
38. Duburcq T, Goutay J, Preau S, Mugnier A, Rousse N, Moussa MD, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in severe drug intoxication: a retrospective comparison of survivors and nonsurvivors. *ASAIO J*. 2022;68(7):907–913. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000001583> PMID: 34560717
39. Orlando A, Sciutti F, Colombo CN, Fiocco E, Ambrosini E, Cocco M, et al. Ethylene glycol poisoning requiring veno-arterial ECMO: A case report. *Perfusion*. 2022. Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/02676591221141327> [Accessed March 24, 2023]. <https://doi.org/10.1177/02676591221141327> PMID: 36409834
40. Aso S, Matsui H, Fushimi K, Yasunaga H. In-hospital mortality and successful weaning from venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: analysis of 5,263 patients using a national inpatient database in Japan. *Critical Care*. 2016;20:80. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1261-1> PMID: 27044572
41. Mohan B, Singh B, Gupta V, Ralhan S, Gupta D, Puri S, et al. Outcome of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation for aluminum phosphide poisoning: An observational study. *Indian Heart J*. 2016;68(3):295–301. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2016.03.024> PMID: 27316480
42. Hassanian-Moghaddam H, Zamani N, Rahimi M, Hajesmaeili M, Taherkhani M, Sadeghi R. Successful treatment of aluminum phosphide poisoning by extracorporeal membrane oxygenation. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2016;118(5):243–246. <https://doi.org/10.1111/bcpt.12481> PMID: 26335576
43. Teerapuncharoen K, Sharma NS, Barker AB, Wille KM, Diaz-Guzman E. Successful treatment of severe carbon monoxide poisoning and refractory shock using extracorporeal membrane oxygenation. *Respir Care*. 2015;60(9):e155–e160. <https://doi.org/10.4187/respcare.03990> PMID: 25922545
44. Mohan B, Gupta V, Ralhan S, Gupta D, Puri S, Wander GS, et al. Role of extracorporeal membrane oxygenation in aluminum phosphide poisoning—induced reversible myocardial dysfunction: a novel therapeutic modality. *J Emerg Med*. 2015;49(5):651–656. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2015.06.071> PMID: 26299790
45. Ward C, Meeks D, Trimlett R, Alcáda J. Taurine alkaloid poisoning successfully supported with venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: a case report. *Eur Heart J Case Rep*. 2022;6(2):ytac039. <https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytac039> PMID: 35187392
46. Li Y, Qiu Z, Huang L, Cao C. Extracorporeal membrane oxygenation combined with sequential blood purification in the treatment of myocardial damage and cardiac arrest caused by mushroom poisoning. *Toxicon*. 2021;197:65–69. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2021.04.011> PMID: 33872678
47. Radowsky JS, Mazzeffi MM, Deatrick KB, Galvagno SM, Parker BM, Tabatabai A, et al. Intoxication and overdose should not preclude venovenous extracorporeal membrane oxygenation. *Perfusion*. 2021;36(8):839–844. <https://doi.org/10.1177/0267659120963938> PMID: 33043807

48. Ramanathan K, Tan CS, Rycus P, MacLaren G. Extracorporeal membrane oxygenation for poisoning in adult patients: outcomes and predictors of mortality. *Intensive Care Med*. 2017;43(10):1538–1539. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-4842-9> PMID: 28500454
49. Кругляков Н.М., Мартынов А.В., Баржанов Г.И., Очкин С.С., Парин О.В., Самойлов А.С. Опыт использования экстракорпоральной мембранной оксигенации у пациента с ингаляционным отравлением соединениями фтора. В кн.: Юбилейная международная научно-практическая конференция «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России: 75 лет на страже здоровья людей» (Москва, 16–17 ноября 2021 г.). Москва; 2021. с. 147–149. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_47930144\\_39816567.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47930144_39816567.pdf) [Дата обращения 24 марта 2023 г.]
50. Vahdatpour C, Collins D, Goldberg S. Cardiogenic shock. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(8):e011991. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.011991> PMID: 30947630
51. Peek GJ, Clemens F, Elbourne D, Firmin R, Hardy P, Hibbert C, et al. CESAR: conventional ventilatory support vs extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure. *BMC Health Serv Res*. 2006;6:163. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-6-163> PMID: 17187683
52. Combes A, Hajage D, Capellier G, Demoule A, Lavoué S, Guervilly C, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2018;378(21):1965–1975. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1800385> PMID: 29791822
53. St-Onge M, Fan E, Mégarbane B, Hancock-Howard R, Coyte PC. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for patients in shock or cardiac arrest secondary to cardiotoxicant poisoning: a cost-effectiveness analysis. *J Crit Care*. 2015;30(2):437.e7–14. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2014.10.010> PMID: 25454073
54. Turner-Lawrence DE, Li WK. Intravenous fat emulsion: a potential novel antidote. *J Med Toxicol*. 2008;4(2):109–114. <https://doi.org/10.1007/BF03160965> PMID: 18570172
55. Lee HMD, Archer JRH, Dargan PI, Wood DM. What are the adverse effects associated with the combined use of intravenous lipid emulsion and extracorporeal membrane oxygenation in the poisoned patient? *Clin Toxicol*. 2015;53(3):145–150. <https://doi.org/10.3109/15563650.2015.1004582> PMID: 25634667
56. Sin JH, Tom A, Toyoda A, Roy N, Hayes BD. High-dose intravenous lipid emulsion affecting successful initiation of continuous venovenous hemofiltration and extracorporeal membrane oxygenation. *Clin Toxicol (Phila)*. 2017;56(2):149–150. <https://doi.org/10.1080/15563650.2017.1341633> PMID: 28681624
57. Sivalingam SK, Gadiraju VT, Hariharan MV, Atreya AR, Flack JE, Aziz H. Flecainide toxicity—treatment with intravenous fat emulsion and extra corporeal life support. *Acute Card Care*. 2013;15(4):91–92. <https://doi.org/10.3109/17482941.2013.841949> PMID: 24200150
58. Chenoweth JA, Colby DK, Sutter ME, Radke JB, Ford JB, Young JN, et al. Massive diltiazem and metoprolol overdose rescued with extracorporeal life support. *Am J Emerg Med*. 2017;35(10):1581.e3–1581.e5. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.07.023> PMID: 28705745
59. Shenoi AN, Gertz SJ, Mikkilineni S, Kalyanaraman M. Refractory hypotension from massive bupropion overdose successfully treated with extracorporeal membrane oxygenation. *Pediatric Emerg Care*. 2011;27(1):43–45. <https://doi.org/10.1097/PEC.0b013e3182045f76> PMID: 21206256
60. Maskell KF, Ferguson NM, Bain J, Wills BK. Survival after cardiac arrest: ECMO rescue therapy after amlodipine and metoprolol overdose. *Cardiovasc Toxicol*. 2017;17(2):223–225. <https://doi.org/10.1007/s12012-016-9362-2> PMID: 26913719
61. Schroeder I, Zoller M, Angstwurm M, Kur F, Frey L. Venlafaxine intoxication with development of takotsubo cardiomyopathy: Successful use of extracorporeal life support, intravenous lipid emulsion and CytoSorb®. *Int J Artif Organs*. 2017;40(7):358–360. <https://doi.org/10.5301/ijao.5000595> PMID: 28574114
62. Frazee EN, Lee SJ, Kalimullah EA, Personett HA, Nelson DR. Circulatory support with venoarterial ECMO unsuccessful in aiding endogenous diltiazem clearance after overdose. *Case Rep Crit Care*. 2014;2014:969578. <https://doi.org/10.1155/2014/969578> PMID: 25202457
63. Abbasi A, Devers C, Muratore CS, Harrington C, Ventetuolo CE. Examining the role of extracorporeal membrane oxygenation in patients following suspected or confirmed suicide attempts: a case series. *J Crit Care*. 2018;44:445–449. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.10.025> PMID: 29203213
64. Liao YP, Shen LH, Cai LH, Chen J, Shao HQ. Acute myocardial necrosis caused by aconitine poisoning: A case report. *World J Clin Cases*. 2022;10(33):12416–12421. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i33.12416> PMID: 36483800
65. Tang X, Sun B, He H, Li H, Hu B, Qiu Z, et al. Successful extracorporeal membrane oxygenation therapy as a bridge to sequential bilateral lung transplantation for a patient after severe paraquat poisoning. *Clin Toxicol (Phila)*. 2015;53(9):908–913. <https://doi.org/10.3109/15563650.2015.1082183> PMID: 26314316

## REFERENCES

1. Hoffman RS, Nelson LS, Howland MA, Lewis NA, Flomenbaum NE, Goldfrank LR. (eds.) Goldfrank's Manual of Toxicologic Emergencies. New York: McGraw-Hill Medical; 2007. (Russ. ed.: Khoffman R, Nel'son L, Khauland ME, L'yuin N, Flomenbaum N, Goldfrank L. Ekstrennaya meditsinskaya pomoshch' pri otravleniyakh. Moscow: Praktika Publ.; 2010.)
2. Luzhnikov EA. (ed.) *Meditinskaya toksikologiya*. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2014. (In Russ.).
3. Melnik EV, Belova MV, Tyurin IA, Simonova AY, Tyurin IA, Ramenskaya GV. Veratrum Alkaloid Determination in Four Cases of Veratrum Aqua Poisonings. 2022;46(1):E42–E47. <https://doi.org/10.1093/jat/bkab019> PMID: 33559680
4. Zavaliy LB, Petrikov SS, Simonova AY, Potshkveriya MM, Zaker F, Ostapenko YN, et al. Diagnosis and treatment of persons with acute thallium poisoning. *Toxicol Rep*. 2021;8:277–281. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.01.013> PMID: 33552926
5. Simonova AY, Rozhkov PG, Belova MV, Ilyashenko KK, Potshkveriya MM, Ostapenko YuN, et al. Analysis of the toxicological situation in Moscow in the first three months of the COVID-19 pandemic. *Toxicological Review*. 2021;29(5):49–57. (In Russ.) <https://doi.org/10.36946/0869-7922-2021-29-5-49-57>
6. Amraotkar AR, Pachika A, Grubb KJ, DeFilippis AP. Rapid Extracorporeal Membrane Oxygenation Overcomes Fulminant Myocarditis Induced by 5 Fluorouracil. *Tex Heart Inst J*. 2016;43(2):178–182. <https://doi.org/10.14503/THIJ-15-5100> PMID: 27127440
7. Howell E, Paivanas N, Stern J, Vidula H. Treatment of acute necrotizing eosinophilic myocarditis with immunosuppression and mechanical circulatory support. *Circ Heart Fail*. 2016;9(12):e003665. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.116.003665> PMID: 27940496
8. Beyls C, Huette P, Guilbart M, Nzozuma A, Abou Arab O, Mahjoub Y. An urgent open surgical approach for left ventricle venting during peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiac arrest: case report. *Perfusion*. 2020;35(1):82–85. <https://doi.org/10.1177/0267659119853949> PMID: 31218916
9. Lo M-H, Huang C-F, Chang L-S, Kuo H-C, Chien S-J, Lin I-C, et al. Drug reaction with eosinophilia and systemic symptoms syndrome associated myocarditis: a survival experience after extracorporeal membrane oxygenation support. *J Clin Pharm Ther*. 2013;38(2):172–174. <https://doi.org/10.1111/jcpt.12025> PMID: 23173909
10. Geng S, Hao X, Xu H, Yao J, He D, Xin H, et al. Cardiac injury after acute carbon monoxide poisoning and its clinical treatment scheme. *Exp Ther Med*. 2020;20(2):1098–1104. <https://doi.org/10.3892/etm.2020.8801> PMID: 32742349
11. Gurjar M, Baronia AK, Azim A, Sharma K. Managing aluminum phosphide poisonings. *J Emerg Trauma Shock*. 2011;4(3):378–384. PMID: 21887030
12. Shah A, Pasrija C, Kronfli A, Wehman B, Griffith BP, Sanchez PG. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation use in the treatment of bleomycin pulmonary toxicity. *Innovations*. 2017;12(2):144–146. <https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000340> PMID: 28121640
13. Wolkove N, Baltzan M. Amiodarone pulmonary toxicity. *Can Respir J*. 2009;16(2):43–48. <https://doi.org/10.1155/2009/282540> PMID: 19399307
14. Radke JB, Owen KP, Sutter ME, Ford JB, Albertson TE. The effects of opioids on the lung. *Clin Rev Allergy Immunol*. 2014;46(1):54–64. <https://doi.org/10.1007/s12016-013-8373-z> PMID: 23636734
15. Jiwa N, Sheth H, Silverman R. Naloxone-induced non-cardiogenic pulmonary edema: a case report. *Drug Saf Case Rep*. 2018;5(1):20. <https://doi.org/10.1007/s40800-018-0088-x> PMID: 29749582
16. Upchurch C, Blumenberg A, Brodie D, MacLaren G, Zakhary B, Hendrickson RG. Extracorporeal membrane oxygenation use in poisoning: a narrative review with clinical recommendations. *Clin Toxicol (Phila)*. 2021;59(10):877–887. <https://doi.org/10.1080/15563650.2021.1945082> PMID: 34396873
17. Gel'fand BR, Zabolotskikh IB (eds.). *Intensivnaya terapiya*. Moscow; 2017. (In Russ.).
18. Lewis J, Zarate M, Tran S, Albertson T. The recommendation and use of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in cases reported to the California Poison Control System. *J Med Toxicol*. 2019;15(3):169–177. <https://doi.org/10.1007/s13181-019-00704-3> PMID: 30895517
19. Gummin DD, Mowry JB, Beuhler MC, Spyker DA, Brooks DE, Dibert KW, et al. 2019 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 37th Annual Report. *Clin Toxicol (Phila)*. 2020;58(12):1360–1541. <https://doi.org/10.1080/15563650.2020.1834219> PMID: 33305966
20. Zhuravel SV, Evseev AK, Kolokoltsev AD, Kuznetsova NK, Utkina II, Petrikov SS. Historical Development and Prospects of Extracorporeal Membrane Oxygenation in Clinical Practice. *Vysokotekhnologicheskaya meditsina*. 2020;7(1):51–58. (In Russ.).

21. Zhuravel SV, Aleksandrova VE, Utkina II, Kuznetsova NK, Tarabrin EA. Levosimendan in lung transplant recipients on VA-ECMO. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs*. 2020;22(1):118–122. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2020-1-118-122>
22. Zhuravel SV, Kosolapov DA, Ketskalo MV. The Organization of Extracorporeal Membrane Oxygenation Programs for Acute Respiratory Failure in Adult Patients in a multidisciplinary hospital. Review of Experience in Regensburg (Germany). *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2014;(4):28–32.
23. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO). Available at: <https://www.elso.org/> [Accessed March 23, 2023].
24. Zabolotskikh IB, Protchenko DN (eds.) *Intensivnaya terapiya*. In 2 vol. 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2020. Vol.1. (In Russ.)
25. Ramanathan K, Tan CS, Rycus P, Anders M, Lorusso R, Zhang JY, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in pregnancy: an analysis of the extracorporeal life support organization registry. *Crit Care Med*. 2020;48(5):696–703. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004269> PMID: 32191415
26. Combes A, Price S, Slutsky AS, Brodie D. Temporary circulatory support for cardiogenic shock. *Lancet*. 2020;396(10245):199–212. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31047-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31047-3) PMID: 32682486
27. Daniel B, Slutsky AS, Combes A. Extracorporeal life support for adults with respiratory failure and related indications: a review. *JAMA*. 2019;322(6):557–568. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.9302> PMID: 31408142
28. Weiner L, Mazzeffi MA, Hines EQ, Gordon D, Herr DL, Kim HK. Clinical utility of venoarterial-extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) in patients with drug-induced cardiogenic shock: a retrospective study of the Extracorporeal Life Support Organizations' ECMO case registry. *Clin Toxicol (Phila)*. 2020;58(7):705–710. <https://doi.org/10.1080/15563650.2019.1676896> PMID: 31617764
29. Cole JB, Olives TD, Ulici A, Littell JM, Bangh SA, Arens AM, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for poisonings reported to US Poison Centers from 2000 to 2018: an analysis of the National Poison Data System. *Crit Care Med*. 2020;48(8):1111–1119. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004401> PMID: 32697480
30. Masson R, Colas V, Parienti J-J, Lehoux P, Massetti M, Charbonneau P, et al. A comparison of survival with and without extracorporeal life support treatment for severe poisoning due to drug intoxication. *Resuscitation*. 2012;83(11):1413–1417. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.03.028> PMID: 22469751
31. Mégarbane B, Leprince P, Deye N, Résière D, Guerrier G, Rettab S, et al. Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. *Intensive Care Med*. 2007;33(5):758–764. <https://doi.org/10.1007/s00134-007-0568-4> PMID: 17342517
32. Brunet J, Valette X, Ivascau C, Lehoux P, Sauneuf B, Dalibert Y, et al. Extracorporeal life support for refractory cardiac arrest or shock: a 10-year study. *ASAIO J*. 2015;61(6):676–681. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000000282> PMID: 26366684
33. Daubin C, Lehoux P, Ivascau C, Tasle M, Bousta M, Lepage O, et al. Extracorporeal life support in severe drug intoxication: a retrospective cohort study of seventeen cases. *Crit Care*. 2009;13(4):R138. <https://doi.org/10.1186/cc8017> PMID: 19706166
34. Shin TG, Jo IJ, Sim MS, Song YB, Yang JH, Hahn JY, et al. Two-year survival and neurological outcome of in-hospital cardiac arrest patients rescued by extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Int J Cardiol*. 2013;168(4):3424–3430. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.04.183> PMID: 23664696
35. Pozzi M, Buzzi R, Hayek A, Portran P, Schweizer R, Fellahi JL, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for drug intoxications: A single center, 14-year experience. *J Card Surg*. 2022;37(6):1512–1519. <https://doi.org/10.1111/jocs.16456> PMID: 35353389
36. Cheng R, Hachamovitch R, Kittleson M, Patel J, Arabia F, Moriguchi J, et al. Complications of extracorporeal membrane oxygenation for treatment of cardiogenic shock and cardiac arrest: a meta-analysis of 1,866 adult patients. *Ann Thorac Surg*. 2014;97(2):610–616. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsurg.2013.09.008> PMID: 24210621
37. Bisdas T, Beutel G, Warnecke G, Hoepfer MM, Kuehn C, Haverich A, et al. Vascular complications in patients undergoing femoral cannulation for extracorporeal membrane oxygenation support. *Ann Thorac Surg*. 2011;92(2):626–631. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsurg.2011.02.018> PMID: 21550582
38. Duburcq T, Goutay J, Preau S, Mugnier A, Rousse N, Moussa MD, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in severe drug intoxication: a retrospective comparison of survivors and nonsurvivors. *ASAIO J*. 2022;68(7):907–913. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000001583> PMID: 34560717
39. Orlando A, Sciutti F, Colombo CN, Fiocco E, Ambrosini E, Cocolo M, et al. Ethylene glycol poisoning requiring veno-arterial ECMO: A case report. *Perfusion*. 2022. Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/02676591221141327> [Accessed March 24, 2023]. <https://doi.org/10.1177/02676591221141327> PMID: 36409834
40. Aso S, Matsui H, Fushimi K, Yasunaga H. In-hospital mortality and successful weaning from venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: analysis of 5,263 patients using a national inpatient database in Japan. *Critical Care*. 2016;20:80. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1261-1> PMID: 27044572
41. Mohan B, Singh B, Gupta V, Ralhan S, Gupta D, Puri S, et al. Outcome of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation for aluminum phosphide poisoning: An observational study. *Indian Heart J*. 2016;68(3):295–301. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2016.03.024> PMID: 27316480
42. Hassanian-Moghaddam H, Zamani N, Rahimi M, Hajesmaeili M, Taherkhani M, Sadeghi R. Successful treatment of aluminium phosphide poisoning by extracorporeal membrane oxygenation. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2016;118(3):243–246. <https://doi.org/10.1111/bcpt.12481> PMID: 26335576
43. Teerapuncharoen K, Sharma NS, Barker AB, Wille KM, Diaz-Guzman E. Successful treatment of severe carbon monoxide poisoning and refractory shock using extracorporeal membrane oxygenation. *Respir Care*. 2015;60(9):e155–e160. <https://doi.org/10.4187/respcare.03990> PMID: 25922545
44. Mohan B, Gupta V, Ralhan S, Gupta D, Puri S, Wander GS, et al. Role of extracorporeal membrane oxygenation in aluminum phosphide poisoning-induced reversible myocardial dysfunction: a novel therapeutic modality. *J Emerg Med*. 2015;49(5):651–656. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2015.06.071> PMID: 26299790
45. Ward C, Meeks D, Trimlett R, Alçada J. Taxine alkaloid poisoning successfully supported with venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: a case report. *Eur Heart J Case Rep*. 2022;6(2):ytac039. <https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytac039> PMID: 35187392
46. Li Y, Qiu Z, Huang L, Cao C. Extracorporeal membrane oxygenation combined with sequential blood purification in the treatment of myocardial damage and cardiac arrest caused by mushroom poisoning. *Toxicon*. 2021;197:65–69. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2021.04.011> PMID: 33872678
47. Radowsky JS, Mazzeffi MM, Deatrick KB, Galvagno SM, Parker BM, Tabatabai A, et al. Intoxication and overdose should not preclude veno-venous extracorporeal membrane oxygenation. *Perfusion*. 2021;36(8):839–844. <https://doi.org/10.1177/0267659120963938> PMID: 33043807
48. Ramanathan K, Tan CS, Rycus P, MacLaren G. Extracorporeal membrane oxygenation for poisoning in adult patients: outcomes and predictors of mortality. *Intensive Care Med*. 2017;43(10):1538–1539. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-4842-9> PMID: 28500454
49. Kruglyakov NM, Martynov AV, Bagzhanov GI, Ochkin SS, Parinov OV, Samoylov AS. Opyt ispol'zovaniya ekstrakorporeal'noy membrannoy oksigenatsii u patsienta s ingalyatsionnym otravleniem soedineniyami ftora. In: *Yubileynaya mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "FGBU GNTs FMBTs im. A.I. Burnazyana FMBA Rossii: 75 let na strazhe zdorov'ya lyudey" (Moskva, 16–17 noyabrya 2021 g.)*. Moscow; 2021:147–149. Available at: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_47930144\\_39816567.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47930144_39816567.pdf) [Accessed Mar 23, 2023]
50. Vahdatpour C, Collins D, Goldberg S. Cardiogenic shock. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(8):e011991. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.011991> PMID: 30947630
51. Peek GJ, Clemens F, Elbourne D, Firmin R, Hardy P, Hibbert C, et al. CESAR: conventional ventilatory support vs extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure. *BMC Health Serv Res*. 2006;6:163. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-6-163> PMID: 17187683
52. Combes A, Hajage D, Capellier G, Demoule A, Lavoué S, Guervilly C, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2018;378(21):1965–1975. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1800385> PMID: 29791822
53. St-Onge M, Fan E, Mégarbane B, Hancock-Howard R, Coyte PC. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for patients in shock or cardiac arrest secondary to cardiotoxicant poisoning: a cost-effectiveness analysis. *J Crit Care*. 2015;30(2):437.e7–14. <https://doi.org/10.1016/j.jccr.2014.10.010> PMID: 25454073
54. Turner-Lawrence DE, Li WK. Intravenous fat emulsion: a potential novel antidote. *J Med Toxicol*. 2008;4(2):109–114. <https://doi.org/10.1007/BF03160965> PMID: 18570172
55. Lee HMD, Archer JRH, Dargan PI, Wood DM. What are the adverse effects associated with the combined use of intravenous lipid emulsion and extracorporeal membrane oxygenation in the poisoned patient? *Clin Toxicol*. 2015;53(3):145–150. <https://doi.org/10.3109/15563650.2015.1004582> PMID: 25634667
56. Sin JH, Tom A, Toyoda A, Roy N, Hayes BD. High-dose intravenous lipid emulsion affecting successful initiation of continuous venovenous hemofiltration and extracorporeal membrane oxygenation. *Clin Toxicol (Phila)*. 2017;56(2):149–150. <https://doi.org/10.1080/15563650.2017.1341633> PMID: 28681624
57. Sivalingam SK, Gadiraju VT, Hariharan MV, Atreya AR, Flack JE, Aziz H. Flecainide toxicity—treatment with intravenous fat emulsion and extra corporeal life support. *Acute Card Care*. 2013;15(4):91–92. <https://doi.org/10.3109/17482941.2013.841949> PMID: 24200150
58. Chenoweth JA, Colby DK, Sutter ME, Radke JB, Ford JB, Young JN, et al. Massive diltiazem and metoprolol overdose rescued with extracorporeal life support. *Am J Emerg Med*. 2017;35(10):1581.e3–1581.e5. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.07.023> PMID: 28705745

59. Sheno AN, Gertz SJ, Mikkilineni S, Kalyanaraman M. Refractory hypotension from massive bupropion overdose successfully treated with extracorporeal membrane oxygenation. *Pediatric Emerg Care*. 2011;27(1):43–45. <https://doi.org/10.1097/PEC.0b013e3182045f76> PMID: 21206256
60. Maskell KF, Ferguson NM, Bain J, Wills BK. Survival after cardiac arrest: ECMO rescue therapy after amlodipine and metoprolol overdose. *Cardiovasc Toxicol*. 2017;17(2):223–225. <https://doi.org/10.1007/s12012-016-9362-2> PMID: 26913719
61. Schroeder I, Zoller M, Angstwurm M, Kur F, Frey L. Venlafaxine intoxication with development of takotsubo cardiomyopathy: Successful use of extracorporeal life support, intravenous lipid emulsion and CytoSorb®. *Int J Artif Organs*. 2017;40(7):358–360. <https://doi.org/10.5301/ijao.5000595> PMID: 28574114
62. Frazee EN, Lee SJ, Kalimullah EA, Personett HA, Nelson DR. Circulatory support with venoarterial ECMO unsuccessful in aiding endogenous diltiazem clearance after overdose. *Case Rep Crit Care*. 2014;2014:969578. <https://doi.org/10.1155/2014/969578> PMID: 25202457
63. Abbasi A, Devers C, Muratore CS, Harrington C, Ventetuolo CE. Examining the role of extracorporeal membrane oxygenation in patients following suspected or confirmed suicide attempts: a case series. *J Crit Care*. 2018;44:445–449. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.10.025> PMID: 29203213
64. Liao YP, Shen LH, Cai LH, Chen J, Shao HQ. Acute myocardial necrosis caused by aconitine poisoning: A case report. *World J Clin Cases*. 2022;10(33):12416–12421. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i33.12416> PMID: 36483800
65. Tang X, Sun B, He H, Li H, Hu B, Qiu Z, et al. Successful extracorporeal membrane oxygenation therapy as a bridge to sequential bilateral lung transplantation for a patient after severe paraquat poisoning. *Clin Toxicol (Phila)*. 2015;53(9):908–913. <https://doi.org/10.3109/15563650.2015.1082183> PMID: 26314316

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

## Симонова Анастасия Юрьевна

кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения острых отравлений и соматопсихиатрических расстройств ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», старший научный сотрудник ФГБУ НПТЦ ФМБА России, ассистент кафедры клинической токсикологии ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ;

<https://orcid.org/0000-0003-4736-1068>, [simonovaau@sklif.mos.ru](mailto:simonovaau@sklif.mos.ru);

35%: разработка концепции и дизайна исследования, сбор и обработка материала, анализ и интерпретация данных, написание статьи

## Потхверия Михаил Михайлович

кандидат медицинских наук, заведующий научным отделением острых отравлений и соматопсихиатрических расстройств ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», доцент кафедры клинической токсикологии ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ;

<https://orcid.org/0000-0003-0117-8663>, [potskhveriya@mail.ru](mailto:potskhveriya@mail.ru);

20%: разработка концепции исследования, окончательное утверждение рукописи

## Журавель Сергей Владимирович

доктор медицинских наук, заведующий научным отделением анестезиологии ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;

<https://orcid.org/0000-0002-9992-9260>, [zhsergey5@gmail.com](mailto:zhsergey5@gmail.com);

15%: разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи

## Петриков Сергей Сергеевич

член-корреспондент РАН, директор ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;

<https://orcid.org/0000-0003-3292-8789>, [petrikovss@sklif.mos.ru](mailto:petrikovss@sklif.mos.ru);

15%: разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, редактирование текста статьи

## Талызин Алексей Михайлович

заведующий отделением анестезиологии № 3 ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;

<https://orcid.org/0000-0003-0830-2313>, [talyzinam@sklif.mos.ru](mailto:talyzinam@sklif.mos.ru);

15%: разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

## The Role of Extracorporeal Membrane Oxygenation in the Complex Treatment of Acute Chemical Poisoning

A.Yu. Simonova<sup>1,2,3</sup> ✉, M.M. Potskhveriya<sup>1,2</sup>, S.V. Zhuravel<sup>1</sup>, S.S. Petrikov<sup>1</sup>, A.M. Talyzin<sup>1</sup>

Department of Acute Poisonings and Somatopsychiatric Disorders

<sup>1</sup> N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

3, B. Sukharevskaya Sq., 129090, Moscow, Russian Federation

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

bldg. 1, 2/1, Barrikadnaya St., 125993, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Research and Applied Toxicology Center of the Federal Medical-Biological Agency

bldg. 7, 3, B. Sukharevskaya Sq., 129090, Moscow, Russian Federation

✉ **Contacts:** Anastasia Yu. Simonova, Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Department of Acute Poisonings and Somatopsychiatric Disorders, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine. Email: [simonovaau@sklif.mos.ru](mailto:simonovaau@sklif.mos.ru)

**AIM OF STUDY** Analysis of literature data on the use of extracorporeal membrane oxygenation in acute chemical poisoning.

**MATERIAL AND METHODS** The search for domestic publications was carried out in the Elibrary database, foreign publications – in the MEDLINE / PubMed, Google Scholar databases for the period of 2010–2023. The terms used as a search query were according to the official MeSH terms: “Extracorporeal Membrane Oxygenation” OR “Membrane Oxygenation, Extracorporeal” OR “ECMO Treatment” AND “poisoning”.

**RESULTS** This review provides information on the outcomes of the use of veno-arterial and veno-venous extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for refractory cardiogenic shock, cardiac arrest and severe ARDS in acute chemical poisoning.

**CONCLUSION** Data analysis showed that in patients with acute chemical poisoning, the incidence of complications and mortality was lower when ECMO/ECMO-CPR was included in the complex therapy compared with patients in whom other reasons (not related to acute poisoning) served as indications for the use of this technique. This is probably due to the fact that patients in the group with acute poisoning are younger, they have fewer concomitant diseases; and ECMO is required, as a rule, for a shorter period of time before the toxicant is eliminated from the body using the methods of their elimination and restoration of disturbed functions.

**Keywords:** acute poisoning, toxicology, extracorporeal membrane oxygenation, ECMO, ECPR, VAECMO, VVECMO, acute poisoning of chemical etiology

**For citation** Simonova A.Yu., Potkhveriya MM, Zhuravel SV, Petrikov SS, Talyzin AM. The Role of Extracorporeal Membrane Oxygenation in the Complex Treatment of Acute Chemical Poisoning. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2023;12(3):448–457. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-3-448-457> (in Russ.)

**Conflict of interest** Authors declare lack of the conflicts of interests

**Acknowledgments, sponsorship** The study has no sponsorship

**Affiliations**

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anastasia Yu. Simonova | Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Department of Acute Poisonings and Somatopsychiatric Disorders, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; Senior Researcher, Research and Applied Toxicology Center of the Federal Medical-Biological Agency; Assistant, Department of Clinical Toxicology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education;<br>ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0003-4736-1068">https://orcid.org/0000-0003-4736-1068</a> , <a href="mailto:simonovaa@sklif.mos.ru">simonovaa@sklif.mos.ru</a> ;<br>35%, development of the concept and design of the study, collection and processing of material, analysis and interpretation of data, article writing |
| Mikhail M. Potkhveriya | Candidate of Medical Sciences, Head, Department of Acute Poisonings and Somatopsychiatric Disorders, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; Associate Professor, Department of Clinical Toxicology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education;<br><a href="https://orcid.org/0000-0003-0117-8663">https://orcid.org/0000-0003-0117-8663</a> , <a href="mailto:potkhveriya@mail.ru">potkhveriya@mail.ru</a> ;<br>20%: development of the study concept, final approval of the manuscript                                                                                                                                                                                                   |
| Sergey V. Zhuravel     | Doctor of Medical Sciences, Head, Department of Anesthesiology, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;<br><a href="https://orcid.org/0000-0002-9992-9260">https://orcid.org/0000-0002-9992-9260</a> , <a href="mailto:zhsergey5@gmail.com">zhsergey5@gmail.com</a> ;<br>15%, development of research design, review of publications on the topic of the article                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sergey S. Petrikov     | Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Medical Sciences, Director, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;<br><a href="https://orcid.org/0000-0003-3292-8789">https://orcid.org/0000-0003-3292-8789</a> , <a href="mailto:petrikovss@sklif.mos.ru">petrikovss@sklif.mos.ru</a> ;<br>15%, development of the concept and design of the study, analysis of the data obtained, text editing                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Alexey M. Talyzin      | Head, Department of Anesthesiology No. 3, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;<br><a href="https://orcid.org/0000-0003-0830-2313">https://orcid.org/0000-0003-0830-2313</a> , <a href="mailto:talyzinam@sklif.mos.ru">talyzinam@sklif.mos.ru</a> ;<br>15%, development of research design, review of publications on the topic of the article                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

**Received on 17.04.2023**

**Review completed on 20.06.2023**

**Accepted on 27.06.2023**

**Поступила в редакцию 17.04.2023**

**Рецензирование завершено 20.06.2023**

**Принята к печати 27.06.2023**