

© Коллектив авторов, 2018  
УДК 616-036.882-08:616.24-78  
DOI: 10.24884/0042-4625-2018-177-4-92-97

О. Н. Резник<sup>1</sup>, А. Е. Скворцов<sup>1</sup>, В. М. Теплов<sup>1</sup>, С. С. Комедев<sup>1</sup>, А. В. Лопота<sup>2</sup>,  
Н. А. Грязнов<sup>2</sup>, В. В. Харламов<sup>2</sup>, С. Ф. Багненко<sup>1</sup>

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ МЕМБРАННОЙ ОКСИГЕНАЦИИ В ПРАКТИКЕ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ: обзор и перспективы технологии

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Государственный научный центр России «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики», Санкт-Петербург, Россия

**Ключевые слова:** экстракорпоральная мембранная оксигенация, аппараты, сердечно-легочная реанимация, экстренное восстановление кровообращения

O. N. Reznik<sup>1</sup>, A. E. Skvortsov<sup>1</sup>, V. M. Teplov<sup>1</sup>, S. S. Komedev<sup>1</sup>, A. V. Lopota<sup>2</sup>, N. A. Gryaznov<sup>2</sup>, V. V. Kharlamov<sup>2</sup>, S. F. Bagnenko<sup>1</sup>

**The use of extracorporeal membrane oxygenation in the practice of cardio-pulmonary resuscitation: overview and prospects of the technology**

<sup>1</sup> Pavlov University, Russia, St. Petersburg; <sup>2</sup> «Russian State Scientific Center for Robotics and Technical Cybernetics», Russia, St. Petersburg

**Keywords:** extracorporeal membrane oxygenation, ECMO machines, cardio-pulmonary resuscitation, emergency recovery of blood circulation

**Введение.** Применение экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) для экстренного восстановления кровообращения – это агрессивный и инвазивный метод расширенной сердечно-легочной реанимации (СЛР), получивший название экстракорпоральной мембранной оксигенации – сердечно-легочная реанимация (ЭКМО-СЛР), который был предложен для пациентов с остановкой сердечной деятельности (ОСД) с целью возобновления и поддержания кровообращения в организме в отсутствие адекватной функции сердца [1–3]. ЭКМО используется при ОСД с 1976 г. после внедрения переносных аппаратов искусственного кровообращения с автономным питанием [4]. Тем не менее использование этой методики в течение многих лет ограничивалось применением только для определенных групп пациентов, таких как пациенты после операции на открытом сердце, подвергшиеся глубокой гипотермии и при передозировке наркотиками [5–7]. Недавние разработки в области искусственного кровообращения, такие как миниатюризированные экстракорпоральные устройства, перфузионные контуры с гепаринизированным покрытием и методы чрескожной канюляции, позволили расширить использование этой методики в различных клинических ситуациях [8–12]. Недавние клинические исследования показали возможности раннего применения ЭКМО для улучшения прогнозов у пациентов при продолжительной остановке сердца, возникающей как в стационарных (внутригоспитальная остановка сердца, ВГОС), так и во внебольничных условиях (внегоспитальная остановка сердца, ВНГОС) [13–15].

На Международном конгрессе в 2005 г. по сердечно-легочной реанимации и экстренной сердечно-сосудистой медицине

под эгидой Международного комитета по реанимации в разработанных рабочих рекомендациях по лечению такой категории пациентов было установлено, что ЭКМО может улучшить результаты лечения пациентов с ОСД, по сравнению со стандартным протоколом СЛР, в случаях кардиогенного шока и «зафиксированной» остановки сердца, где из анамнеза известна кардиологическая патология, поддающаяся немедленной инвазивной коррекции [16]. Американская кардиологическая ассоциация (АНА) предложила, чтобы ЭКМО-СЛР рассматривалась в качестве варианта оказания помощи для стационарных пациентов с ОСД, когда время отсутствия кровотока минимальное, а состояние, приведшее к ОСД, обратимо (например, гипотермия или наркотическая интоксикация) или поддается лечению методом реваскуляризации миокарда или трансплантации сердца [3, 17].

Из-за отсутствия результатов рандомизированных исследований имеющиеся данные подтверждают только небольшими сериями наблюдений, поэтому они характеризуются неоднородностью и противоречивостью результатов. С другой стороны, использование ЭКМО в клинической практике предполагает принятие довольно сложного медицинского решения в условиях, когда пациент находится в критическом состоянии и его спасение полностью зависит от действий медицинской службы.

**Цель** исследования – провести анализ современной литературы и оценить эффективность применения методики ЭКМО-СЛР у пациентов с ОСД, при этом особое внимание было уделено изучению существующих доказательств относи-

тельно критериев включения и исключения, а также результатов (госпитальной и отдаленной летальности и неврологического выздоровления) предыдущих исследований.

**Критерии включения.** *Возраст.* При изучении критериев включения (КВ) возраст был одним из них. Несмотря на то, что большинство статей рассматривает возраст как критерий включения, его можно строго рассматривать как критерий исключения. В то время как в 1990-х годах S. C. Raithe и соавт. [18] и J. E. Reedy и соавт. [19] регистрировали пациентов в возрасте от 19 до 78 лет и от 10 до 78 лет соответственно, последние исследования включают пациентов только моложе 75 лет [8, 20–24]. В метаанализе M. G. Cardarelli и соавт. [13] средний возраст для группы пациентов, получавших ЭКМО, составлял 56 лет (диапазон – 18–83). В сравнении с самой молодой группой (17–41 год) отношение шансов (ОШ) для летальности было выше для возрастной группы 41–56 лет (ОШ – 2,9, 95 %-й доверительный интервал (ДИ) – 1,6–8,2) и лиц старше 67 лет (ОШ – 3,4 %, 95 % ДИ – 1,2–9,7).

Несмотря на клиническую значимость возраста, многие исследования не упоминают его как критерий включения [5, 25, 26]. В небольшой серии, описанной S. Sakamoto и соавт., средний возраст составил (72±12) лет. M. Le Guen и соавт. [14] исключали пациентов старше 70 лет из-за ожидаемо более сложного неврологического восстановления, тогда как T. G. Shin и соавт. [27] включали пациентов только младше 80 лет. Y. S. Chen и соавт. [20] отметили, что возрастные критерии колебались в разные годы и что с 2001 г. в их центре они были расширены до 80 лет из-за увеличения числа пожилых пациентов в общей популяции и удельной выживаемости у пациентов с ЭКМО-СЛР. Возраст был зарегистрирован как независимый предиктор внутригоспитальной летальности у 607 взрослых пациентов, которые находились на ЭКМО в качестве аппаратной поддержки кровообращения [20, 21, 28, 29].

*Продолжительность СЛР.* Еще одним критериев включения является продолжительность проведения СЛР, которая также варьируется по данным различных исследователей. Отсутствие возврата спонтанного кровообращения (ВСК) после 30 мин СЛР рассматривалось как КВ в исследованиях M. Le Guen и соавт. [14] и L. Avalli и соавт. [8]. СЛР >10 мин без ВСК сообщалось J. S. Chen и соавт. [28], Y. S. Chen и соавт. [21], Y. Liu и соавт. [23], Shin и соавт. [27], E. Kagawa и соавт. [22] включали пациентов, у которых ВСК не был достигнут в течение 20 мин обычной СЛР.

*«Агональный» ритм сердца.* Что касается «агонального ритма сердца», то среди исследователей существуют также расхождения. Хотя «шоковый ритм» рассматривался как критерий включения L. Avalli и соавт. [8] и E. Kagawa и соавт. [22], в некоторые исследования включали пациентов независимо от «вида шокового ритма» [26].

Несколько факторов могут объяснить такое множество несоответствий в критериях включения: а) гетерогенность исследуемой популяции: особенно в первых сообщениях [18, 19, 30] пациенты, включенные в исследования, имели ОСД различной этиологии (острый коронарный синдром (ОКС), посткардиотомный синдром (ПКТС), миокардит); б) большинство исследований было ретроспективным, так что критерии включения были отчасти «связаны» с исследуемой популяцией; в) различия в региональных программах систем здравоохранения в отношении лечения пациентов с остановкой сердечной деятельности. Следует отметить, что отбор пациентов происходит индивидуально в каждом центре на основе предыдущего опыта и опыта работы с конкретной категорией

пациентов и спектром болезней. В настоящее время остается актуальным вопрос разработки универсальных руководств, регламентирующих отбор пациентов для облегчения сравнения результатов между центрами и выявления факторов, влияющих на эти результаты. Более того, некоторые критерии выбора (включения), как полагают, влияют на прогноз лечения, такой как длительность СЛР [14, 15, 20–22, 26, 27].

**Критерии исключения.** Чаще всего сообщается о следующих критериях исключения: тяжелые неврологические нарушения в анамнезе, острое внутричерепное кровоизлияние, злокачественное новообразование IV стадии, остановка сердца травматического происхождения с неконтролируемым продолжающимся кровотечением, остановка сердца септического генеза, необратимая органная недостаточность, приводящая к остановке сердца, когда эффективность лечения не может быть достигнута несмотря на интенсивную терапию (печеночная недостаточность, поздняя стадия респираторного дистресс-синдрома взрослых и т. п.), расслоение аорты, тяжелый облитерирующий атеросклероз периферических артерий, и пациенты, которые ранее подписали «отказ от реанимации» [15, 20–23, 27].

**Результаты клинических исследований.** Для лучшей оценки эффективности экстренного восстановления кровообращения с помощью вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ВА-ЭКМО) у пациентов с остановкой сердечной деятельности был проведен анализ результатов клинического применения путем оценки таких критериев, как коэффициент выживаемости (как при выписке из стационара, так и в отдаленном периоде) и неврологический статус [5, 14, 15, 20–25, 27, 28, 30–41].

*Выживаемость пациентов в стационаре.* Уровень выживаемости в стационаре варьируется от 6 до 59 %. Этот факт может быть объяснен несколькими причинами. Различия в популяционной выборке: более высокий уровень внутригоспитальной выживаемости – в исследованиях, включавших пациентов с ОКС (при условии выполнения им реваскуляризации миокарда) и(или) пациентов после операций на открытом сердце. Удовлетворительный уровень выживаемости и выписки пациентов наблюдался в группе Y. S. Chen и соавт. [20] в подгруппе после операций на открытом сердце, вероятно, благодаря более ранней диагностике остановки сердечной деятельности (интраоперационно или в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии) и тому факту, что возможные этиологические и патофизиологические факторы или предшествующие анатомические дефекты были устранены до начала ЭКМО.

В нескольких исследованиях изучалась связь между продолжительностью СЛР и выживаемостью, хотя и с противоречивыми результатами. В многоцентровом исследовании J. G. Hill и соавт. [42] сообщили, что время от момента остановки сердечной деятельности до подключения портативного аппарата ЭКМО отчасти оказывает влияние на уровень летальности, но не является определяющим фактором подключения экстракорпоральной поддержки жизнедеятельности (ЭКПЖ), если сохраняются признаки неврологической функции. Это отличалось от опыта R. Hartz и соавт. [43], которые предложили 30-минутный интервал в качестве контрольной точки для начала ЭКМО. Y. S. Chen и соавт. [21] провели анализ между продолжительностью СЛР и выживаемостью и отметили, что более короткая продолжительность СЛР коррелирует с более коротким периодом экстракорпоральной перфузии и более быстрым отключением от нее, что определяло и лучшую

выживаемость. В частности, 100 % из тех, чья длительность СЛР составляла 30 мин, были отлучены от ЭКМО и выжили; у лиц, получавших СЛР <60 мин, выживаемость была приемлемой (48,4 %), а частота отключения от ЭКМО была высокой (80,7 %). Детальный анализ зависимости продолжительности СЛР и выживаемости был выполнен Y. S. Chen и соавт. [20], которые на опыте 135 пациентов подтвердили, что вероятность выживания при ЭКМО-СЛР была примерно 0,5, 0,3 и 0,1, когда время СЛР составляло 30, 60 и 90 мин соответственно. Согласно этим данным, авторы пришли к выводу, что при условии применения вспомогательного кровообращения продолжительность СЛР может быть увеличена до 60 мин с приемлемой выживаемостью, а частота неврологического дефицита при выписке была относительно низкой.

По сообщению некоторых авторов, у пациентов с ВНГОС, получавших лечение с помощью ЭКПЖ, наблюдался худший прогноз, в отличие от пациентов, получавших ЭКПЖ при ВГОС, частично из-за более длительной задержки начала лечения [33]. E. Kagawa и соавт. [34] сравнивали лечение внутри больницы и вне больницы пациентов с рефрактерной остановкой сердца с помощью ЭКПЖ и сообщили о более низкой выживаемости в группе ВНГОС (10 против 26 %). В группе ВНГОС ЭКПЖ позволяет спасти жизнь, при условии, что пациент не получил значимого гипоксического повреждения головного мозга. Y. S. Chen и соавт. [20] не решались рекомендовать ЭКПЖ для внебольничной реанимации из-за отсутствия зачастую достоверных данных о времени с момента остановки сердца. Тем не менее они признали, что ЭКПЖ может обеспечить приемлемую выживаемость при длительной СЛР до 60 мин с более чем 30 %-й вероятностью выживания. В исследовании В. Megarbare и соавт. [5] продолжительность непрямой массажа сердца (НМС) до подключения ЭКПЖ была больше (155 мин (120–180)), чем в других исследованиях. 3 пациента выжили после (105±44) мин НМС в исследовании M. Massetti и соавт. [24], несмотря на необратимую дисфункцию сердца, 2 пациентам было имплантировано устройство вспомогательного кровообращения (обходной левый желудочек), а 1 пациенту была выполнена трансплантация сердца. Однако большинство остановок сердца у M. Massetti и соавт. [24] и лечение этих пациентов происходило в пределах одного стационара, что обеспечило более быструю канюляцию и подключение ЭКМО. В углубленном обзоре N. Morimura и соавт. [15] по ВНГОК, включавшем 139 случаев, среднее время от остановки до начала ЭКПЖ составило 52,0 (33,3–70) мин. M. Le Guen и соавт. [14] сообщили о минимальной задержке перед пуском ЭКПЖ – 75 мин. Эта задержка неизбежна, но она может быть сокращена за счет раннего оповещения службы до достижения 30-минутного периода от момента диагностики остановки сердечной деятельности [44]. Согласно французским рекомендациям, роль временного промежутка до начала расширенной СЛР может быть менее важна, в то время как следует учитывать другие не менее важные факторы, в частности, качество СЛР при транспортировке пациента наземным транспортом.

*Биохимические факторы и стратификация риска.* Среди биохимических факторов, которые могут помочь решить, стоит ли остановить неэффективную ЭКПЖ у пациентов с ВНГОК или нет, в первую очередь, следует отметить лактатный клиренс [14, 45], который, по некоторым данным, коррелирует с выживаемостью,  $SrVO_2 \leq 8$  % являлся достоверным прогностическим критерием развития ранней полиорганной недостаточности со специфичностью 1, а такие показатели, как концентрация лактата  $\geq 21$  ммоль/л, фибриногена  $\leq 0,8$  г/л

и индекс протромбина  $\leq 11$  %, достоверно предполагают бесполезность дальнейшего использования ЭКПЖ [25]. Что касается прогностической роли почечной дисфункции (довольно распространенной у пациентов с ЭКМО), то было ранее описано, исходя из опыта лечения 102 пациентов, которым было выполнено ЭКМО (большинство из них имели кардиогенный шок), что острая почечная недостаточность, возникшая в течение 48 ч, являлась независимым фактором риска внутригоспитальной летальности [46]. Аналогичные результаты были получены C. Lan и соавт. [29], которые отметили, что необходимость проведения диализа вовремя ЭКМО является одним из независимых предикторов ранней летальности. По результатам недавнего ретроспективного анализа 200 пациентов, получавших ЭКМО, выживаемость пациентов с острой почечной недостаточностью, нуждавшихся в заместительной почечной терапии гемодиализом, составила 17 %, в то время как у пациентов без заместительной почечной терапии – 53 % ( $p=0,001$ ) [47].

*Отдаленная выживаемость.* Методика ЭКМО-СЛР показала преимущества в отношении выживаемости по сравнению с традиционной СЛР в проспективном клиническом исследовании у стационарных кардиологических пациентов с остановкой сердечной деятельности после СЛР более 10 мин. В этой выборке выживаемость до выписки из стационара вместе с выживаемостью в течение 30 дней и 1 года была достоверно выше в группе с применением ЭКМО по сравнению с обычной СЛР [20].

Долгосрочный прогноз у пациентов с ВГОК был более благоприятный по сравнению с пациентами с ВНГОС, находившимися на ЭКМО. Более 40 % пациентов, реанимированных в результате рефрактерной ВГОС с помощью ЭКМО, достигли 6-месячной выживаемости с минимальными неврологическими нарушениями, по сравнению только лишь с 5 % пациентов в группе ВНГОС [14]. Аналогично, E. Kagawa и соавт. [34] продемонстрировали лучшую выживаемость после ЭКМО-СЛР в группе ВГОС по сравнению с ВНГОС, 34 против 13 % соответственно, было сделано предположение, что более короткий промежуток сниженного кровотока у пациентов ВГОС может объяснять разницу в результатах.

Этиология и патогенез основного заболевания, вызывающего остановку сердечной деятельности, является еще одним важным критерием выживаемости и неврологического выздоровления. Наркотическая интоксикация и тяжелая гипотермия являются двумя состояниями, при которых широко используется поддержка ЭКМО в случае возникновения рефрактерной остановки сердечной деятельности, так как использование этого метода связано с удовлетворительной отдаленной выживаемостью и полноценным неврологическим восстановлением [7, 46]. B. Schwartz и соавт. [38] показали, что отдаленная выживаемость после экстренного чрескожного подключения ЭКМО обнадеживает у пациентов кардиологического профиля, поддающихся срочному оперативному вмешательству (эндоваскулярная хирургия, операция на открытом сердце, трансплантация сердца). В этом контексте, по сравнению с обычной СЛР, ЭКМО может предоставить возможность выполнить процедуру окончательного лечения (эндоваскулярное коронарное вмешательство, операция на открытом сердце и т. п.) путем успешной реанимации и временной стабилизации состояния за счет экстренного восстановления кровообращения (ЭВК). Аналогичные результаты были получены B. Megarbare и соавт. [5]. E. Kagawa и соавт. [22] сообщили (хотя и в ретроспективном исследовании) о 29 % 30-дневной выживаемости и 24 % благоприятных неврологических исходов при быстром

подключении ЭКМО (ЭКВ) с помощью чрескожного доступа, проведении эндоваскулярного лечения и(или) гипотермией у пациентов с остановкой сердечной деятельности, которые не были восприимчивы к традиционной СЛР и у которых, как правило, был неблагоприятный прогноз. В этом исследовании экстренное чрескожное подключение ЭКМО во время остановки ассоциировалось с более высокой выживаемостью пациентов. В последние годы умеренная гипотермия рассматривается как вспомогательная терапия у пациентов с остановкой сердечной деятельности [17, 16]. В исследовании, проведенном К. Nagao и соавт. [37], сообщалось, что раннее достижение умеренной гипотермии (температура ядра – 34 °С) во время ЭКМО-СЛР с подключением с помощью чрескожного доступа имеет достоверное преимущество у пациентов с ВНГОС, которые не реагировали на обычную СЛР, в целях профилактики неврологических осложнений. Такие же результаты были получены той же группой у 23 пациентов, перенесших ЭКМО-СЛР и умеренную гипотермию, где также был показан хороший неврологический результат (12/23, 52 %) и выживаемость при выписке из стационара (15/23, 65,2 %). В исследовании Е. Kagawa и соавт. [34] умеренная гипотермия была выполнена у 32 % исследуемой популяции, а в недавней статье – у 37 %. Однако в этом исследовании гипотермия не была достоверно связана с 30-дневной выживаемостью (вероятно, из-за небольшого объема выборки).

**Заключение.** В клинической практике, когда пациент находится в критическом состоянии, решение, которое нужно принимать в максимально короткое время и которое, как правило, основано только лишь на ранее полученных данных клинических исследований и зависит от опыта команды ЭКМО, по-прежнему представляет собой сложную этико-медицинскую проблему. На сегодняшний день имеющиеся литературные данные разрозненны и несколько противоречивы из-за неоднородности в изучаемых популяциях пациентов, различий в организации региональных программ по лечению пациентов с остановкой сердечной деятельности в различных системах здравоохранения и их результатах.

**Выводы.** 1. У пациентов с рефрактерной остановкой сердечной деятельности методика ЭКМО-СЛР является дорогостоящим вмешательством, и потому для оптимального ее использования требуется организация специализированной структуры в системе регионального здравоохранения, а также наличие опыта в этой области (как для технической реализации данной методики, так и для интенсивного лечения пациентов, находящихся на ЭКМО). Варианты оказания экстренной медицинской помощи пациентам с остановкой сердечной деятельности (как ВГОС, так и ВНГОС) должны быть досконально логистически продуманы, чтобы избежать потери времени и гарантировать оптимальное использование ресурсов. Центр ЭКМО может быть реализован только в том стационаре, где имеется отделение кардиохирургии, а команда ЭКМО должна быть доступна (включая реанимацию и интенсивную терапию в области неотложной кардиологической помощи, кардиохирурга, аппаратов искусственной вентиляции легких, систем вспомогательного кровообращения, аппаратов искусственного кровообращения) в круглосуточном режиме.

2. Исходы (выживаемость и неврологическая функция) пациентов с ОВД, получавших ЭКМО, строго зависят от двух факторов: а) опыта команды ЭКМО (технические навыки подключения аппарата ЭКМО и, особенно, последующей интенсивной терапии); б) тщательный отбор пациентов. Именно поэтому начало ЭКМО-СЛР у пациентов с необра-

тимой остановкой сердечной деятельности можно считать клинической проблемой, поскольку она строго связана с тщательным «отбором пациентов», а не только с техническими навыками. Хотя в критической ситуации довольно сложно получить информацию, касающуюся анамнеза пациента, критерии включения и исключения имеют первостепенное значение. Следует особенно учитывать следующие критерии исключения: тяжелые неврологические нарушения в анамнезе, острое внутричерепное кровоизлияние, злокачественная опухоль IV стадии, необратимая органная недостаточность, приводящая к остановке сердечной деятельности, когда не следует ожидать положительного результата от лечения, несмотря на максимальную терапию (например, у пациентов с тяжелой печеночной недостаточностью, расслоением аорты, тяжелым облитерирующим атеросклерозом периферических артерий, и пациенты, которые ранее подписали «отказ от реанимации»).

Критериями включения следует считать следующие: а) возраст <75 лет; б) интервал от момента остановки сердца до СЛР с или без «свидетеля, зафиксировавшего остановку сердца» независимо от «агонального» ритма  $\leq 15$  мин; в) неспособность достичь спонтанного кровообращения в течение 20 мин после традиционной СЛР, проводимой специализированным медицинским персоналом. Письменное информированное согласие на проведение экстракорпоральной СЛР должно было получено у членов семьи, чтобы подтвердить, что они были должным образом проинформированы. В настоящее время в большинстве центров, чтобы не терять время, руководитель группы ЭКМО получает информацию и разговаривает с родственниками параллельно, в то время как другие члены команды готовятся к подключению ЭКМО.

3. Самая важная цель, которую следует преследовать при работе с пациентами с остановкой сердечной деятельности, находящимися на ЭКМО, – это выявление «обратимости причины остановки» (например, утопление, наркотическая интоксикация, гипотермия, синдром Такоцубо, миокардит, острый коронарный синдром), так как это поможет правильно организовать лечение, а аппарат ЭКМО дает возможность (время) сделать это. Другими словами, у пациента с остановкой сердечной деятельности, получавшего ЭКМО, если подозревается острый коронарный синдром, коронарная ангиография и, в конечном счете, реваскуляризация миокарда могут быть выполнены после подключения ЭКМО и начала гипотермии.

4. В то время как выявляется и проводится устранение «обратимой причины» остановки сердечной деятельности, контроль пациентов на ЭКМО главным образом состоит из поддержания функции отдельных органов (т. е. заместительной терапии почек, печени) и, что наиболее важно, постоянной оценки неврологического статуса (с помощью электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и сомато-сенсорных рефлексов). Неврологическая оценка, начиная с первых 12–24 ч, играет ключевую роль в оценке риска летальности этих пациентов. Например, идентификация ЭЭГ-паттернов смерти головного мозга вызывает серьезные сомнения в целесообразности продолжения ЭКМО.

5. Из-за отсутствия рекомендаций и руководящих принципов решение об отказе от подключения ЭКМО является трудным, и оно должно быть принято в течение довольно короткого промежутка времени. Принимая во внимание имеющийся опыт центра ЭКМО и мировой опыт, ЭКМО не может быть подключено при наличии хотя бы одного критерия исключения или когда команда ЭКМО несвоевременно уведомлена о случае остановки сердечной деятельности. С другой стороны, два

фактора могут спровоцировать принять решение остановить ЭКМО: а) констатация смерти головного мозга; б) при отсутствии выздоровления пациент не может рассматриваться как кандидат на трансплантацию.

6. Несмотря на недостаточность литературных данных, внедрение ЭКМО-СЛР или экстренного восстановления кровообращения у пациентов с рефрактерной остановкой сердечной деятельности является не только многообещающей методикой, но и единственной возможностью улучшить выживаемость и неврологический исход у этих пациентов (или, по крайней мере, у части этих пациентов, кто отвечает критериям включения).

7. Дальнейшие исследования должны проводиться с помощью региональных или национальных реестров ЭКМО, так как некоторые аспекты наблюдения за пациентами на ЭКМО еще предстоит выяснить, например, способы отключения от ЭКМО.

*Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках комплексного проекта от 03.03.2017 г. № 03.G25.31.0218 по созданию высокотехнологического производства с участием государственного научного учреждения по теме «Разработка и освоение производства комплекса перфузионных модулей и устройств для мобильных систем искусственного кровообращения».*

#### Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / Authors declare no conflict of interest.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Abrams D., Combes A., Brodie D. Extracorporeal membrane oxygenation in cardiopulmonary disease in adults // J. Am. Coll. Cardiol. 2014. Vol. 63. P. 2769–2778.
- Carroll B. J., Shah R. V., Murthy V. et al. Clinical features and outcomes in adults with cardiogenic shock supported by extracorporeal membrane oxygenation // Am. J. Cardiol. 2015. Vol. 116. P. 1624–1630.
- Cave D. M., Gazmuri R. J., Otto C. W. et al. Part 7 : CPR Techniques and Devices 2010 American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care // Circulation. 2010. Vol. 22. P. 720–728.
- Mattox K. L., Beall A. C. Resuscitation of the moribund patient using a portable cardiopulmonary bypass // Ann. Thorac. Surg. 1976. Vol. 22. P. 436–442.
- Mégarbane B., Leprince P., Deye N. et al. Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest // Intensive Care Med. 2007. Vol. 3. P. 758–764.
- Rousou J.A., Engelman R.M., Flack J.E.(3<sup>rd</sup>) et al. Emergency cardiopulmonary bypass in the cardiac surgical unit can be a lifesaving measure in postoperative cardiac arrest // Circulation, 1994. Vol. 90. P. 11280–11284.
- Walpoth B. H., Locher T., Leupi F. et al. Accidental deep hypothermia with cardiopulmonary arrest: Extracorporeal blood rewarming in 11 patients // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 1990. Vol. 4. P. 390–393.
- Avalli L., Maggioni E., Formica F. et al. Favourable survival of in-hospital compared to out-of-hospital refractory cardiac arrest patients treated with extracorporeal membrane oxygenation : An Italian tertiary care centre experience // Resuscitation. 2012. Vol. 83. P. 579–583.
- Chamogeorgakis T., Rafael A., Shafii A. E. et al. Which is better : a miniaturized percutaneous ventricular assist device or extracorporeal membrane oxygenation for patients with cardiogenic shock? // ASAIO. 2013. Vol. 59. P. 607–611.
- Grasselli G., Pesenti A., Marcolin R. et al. Percutaneous vascular cannulation for extracorporeal life support (ECLS): A modified technique // Int. J. Artif. Organs. 2010. Vol. 33. P. 553–557.
- Guenther S., Theiss H. D., Fischer M. et al. Percutaneous extracorporeal life support for patients in therapy refractory cardiogenic shock : initial results of an interdisciplinary team // Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg. 2014. Vol. 18. P. 283–291.
- Nichol G., Karmy-Jones R., Salerno C. et al. Systematic review of percutaneous cardiopulmonary bypass for cardiac arrest or cardiogenic shock states // Resuscitation. 2006. Vol. 70. P. 381–394.
- Cardarelli M. G., Young A. J., Griffith B. Use of extracorporeal membrane oxygenation for adults in cardiac arrest (E-CPR) : A meta-analysis of observational studies // ASAIO. 2009. Vol. 55. P. 581–586.
- Le Guen M., Nicolas-Robin A., Carreira S. et al. Extracorporeal life support following out-of-hospital refractory cardiac arrest // Crit. Care. 2011. URL: <http://ccforum.com/content/15/1/R29> (дата обращения 21.07.2018).
- Morimura N., Sakamoto T., Nagao K. et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest : A review of the Japanese literature // Resuscitation. 2011. Vol. 82. Supp. 1. P. 10–24.
- International Liaison Committee on Resuscitation. 2005 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. Part 4 : Advanced life support // Resuscitation 2005. Vol. 67. P. 213–247.
- ECC Committee, Subcommittees and Task Forces of the American Heart Association. American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care // Circulation. 2005. Vol. 112. P. 1–203.
- Raithel S. C., Swartz M. T., Braun P. R. et al. Experience with an emergency resuscitation system // ASAIO Trans. 1989. Vol. 35. P. 475–477.
- Reedy J. E., Swartz M. T., Raithel S. C. et al. Mechanical cardiopulmonary support for refractory cardiogenic shock // Heart Lung. 1990. Vol. 19. P. 514–523.
- Chen Y. S., Lin J. W., Yu H. Y. et al. Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest : An observational study and propensity analysis // Lancet. 2008. Vol. 372. P. 554–561.
- Chen Y. S., Yu H. Y., Huang S. C. et al. Extracorporeal membrane oxygenation support can extend the duration of cardiopulmonary resuscitation // Crit. Care Med. 2008. Vol. 36. P. 2529–2535.
- Kagawa E., Inoue I., Kawagoe T. et al. Assessment of out-comes and differences between in- and out-of-hospital cardiac arrest patients treated with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support // Resuscitation. 2010. Vol. 81. P. 968–973.
- Liu Y., Cheng Y. T., Chang J. C. et al. Extracorporeal membrane oxygenation to support prolonged conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with cardiac arrest from acute myocardial infarction at a very low-volume center // Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg. 2011. Vol. 12. P. 389–393.
- Massetti M., Tasle M., Le Page O. et al. Back from irreversibility : Extracorporeal life support for prolonged cardiac arrest // Ann. Thorac. Surg. 2005. Vol. 79. P. 178–183.
- Mégarbane B., Deye N., Aout M. et al. Usefulness of routine laboratory parameters in the decision to treat refractory cardiac arrest with extracorporeal life support // Resuscitation. 2011. Vol. 82. P. 1154–1161.
- Sakamoto S., Taniguchi N., Nakajima S. et al. Extracorporeal life support for cardiogenic shock or cardiac arrest due to acute coronary syndrome // Ann. Thorac. Surg. 2012. Vol. 94. P.1–7.
- Shin T. G., Choi J. H., Jo I. J. et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in patients with in hospital cardiac arrest : A comparison with conventional cardiopulmonary resuscitation // Crit. Care Med. 2011. Vol. 39. P. 1–7.
- Chen J. S., Ko W. J., Yu H. Y. et al. Analysis of the outcome for patients experiencing myocardial infarction and cardiopulmonary resuscitation refractory to conventional therapies necessitating extracorporeal life support rescue // Crit. Care. Med. 2006. Vol. 34. P. 950–957.
- Lan C., Tsai P. R., Chen Y. S. et al. Prognostic factors for adult patients receiving extracorporeal membrane oxygenation as mechanical circulatory support – a 14-year experience at a medical center // Artif. Organs. 2010. Vol. 34. P. 59–64.
- Younger J. G., Schreiner R. J., Swaniker F. et al. Extracorporeal resuscitation of cardiac arrest // Acad. Emerg. Med. 1999. Vol. 6. P. 700–707.

31. Avalli L., Maggioni E., Sangalli F. et al. Percutaneous left-heart decompression during extracorporeal membrane oxygenation : An alternative to surgical and transeptal venting in adult patients // *ASAIO*. 2011. Vol. 57. P. 38–40.
32. Chen Y. S., Chao A., Yu H. Y. et al. Analysis and results of prolonged resuscitation in cardiac arrest patients rescued by extracorporeal membrane oxygenation // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003. Vol. 41. P. 197–203.
33. Jaski B. E., Ortiz B., Alla K. R. et al. A 20-year experience with urgent percutaneous cardiopulmonary bypass for salvage of potential survivors of refractory cardiovascular collapse // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010. Vol. 139. P. 753–757.
34. Kagawa E., Dote K., Kato M. et al. Should we emergently revascularize occluded coronaries for cardiac arrest? : Rapid-response extracorporeal membrane oxygenation and intra-arrest percutaneous coronary intervention // *Circulation*. 2012. Vol. 126. P. 1605–1613.
35. Kim H., Lim S. H., Hong J. et al. Efficacy of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in acute myocardial infarction with cardiogenic shock // *Resuscitation*. 2012. Vol. 83. P. 971–975.
36. Loforte A., Marinelli G., Musumeci F. et al. Extracorporeal membrane oxygenation support in refractory cardiogenic shock : treatment strategies and analysis of risk factors // *Artif. Organs*. 2014. Vol. 38. P. 129–141.
37. Nagao K., Kikushima K., Watanabe K. et al. Early induction of hypothermia during cardiac arrest improves neurological outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest who undergo emergency cardiopulmonary bypass and percutaneous coronary intervention // *Circ. J.* 2010. Vol. 74. P. 77–85.
38. Schwarz B., Mair P., Margreiter J. et al. Experience with percutaneous veno-arterial cardiopulmonary bypass for emergency circulatory support // *Crit. Care Med.* 2003. Vol. 31. P. 758–764.
39. Tarzia V., Bortolussi G., Bianco R. et al. Extracorporeal life support in cardiogenic shock : Impact of acute versus chronic etiology on outcome // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2015. Vol. 150. P. 333–340.
40. Thiagarajan R. R., Brogan T. V., Scheurer M. A. et al. Extracorporeal membrane oxygenation to support cardiopulmonary resuscitation in adults // *Ann. Thorac. Surg.* 2009. Vol. 87. P. 778–785.
41. Truby L., Mundy L., Kalesan B. et al. Contemporary Outcomes of Venous-arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Refractory Cardiogenic Shock at a Large Tertiary Care Center // *ASAIO J.* 2015. Vol. 61. P. 403–409.
42. Hill J. G., Bruhn P. S., Cohen S. E. et al. Emergent applications of cardiopulmonary support : a multiinstitutional experience // *Ann. Thorac. Surg.* 1992. Vol. 54. P. 699–704.
43. Hartz R., LoCicero J. (3<sup>rd</sup>), Sanders J. H. (Jr) et al. Clinical experience with portable cardiopulmonary bypass in cardiac arrest patients // *Ann. Thorac. Surg.* 1990. Vol. 50. P. 437–441.
44. Riou B., Adnet F., Baud F. et al. Guidelines for indications for the use of extracorporeal life support in refractory cardiac arrest // *Ann. Fr. Anesth. Reanim.*, 2009. Vol. 28. P. 182–190.
45. Kim J. Ch., Lee B. K., Lee D. H. et al. Association between lactate clearance during post-resuscitation care and neurologic outcome in cardiac arrest survivors treated with targeted temperature management // *Clin. Exp. Emerg. Med.* 2017. Vol. 4. Supp. 1. P. 10–18.
46. Chen Y. C., Tsai F. C., Chang C. H. et al. Prognosis of patients on extracorporeal membrane oxygenation : The impact of acute kidney injury on mortality // *Ann. Thorac. Surg.* 2011. Vol. 91. P. 137–142.
47. Kielstein J. T., Heiden A. M., Beutel G. et al. Renal function and survival in 200 patients undergoing ECMO therapy // *Nephrol. Dial. Transplant.* 2013. Vol. 28. P. 86–90.

Поступила в редакцию 27.12.2017 г.

#### Сведения об авторах:

*Резник Олег Николаевич\** (onreznik@gmail.com), д-р мед. наук, доцент, руководитель отдела трансплантологии и органного донорства, НИИ хирургии и неотложной медицины; *Скворцов Андрей Евгеньевич\** (skvortsov.spb@gmail.com), канд. мед. наук, научный сотрудник, зав. 7 хирургическим отделением (по координации донорства органов и тканей человека), отдел трансплантологии и органного донорства, НИИ хирургии и неотложной медицины; *Теплов Вадим Михайлович\** (vadteplov@mail.ru), канд. мед. наук, руководитель отдела скорой медицинской помощи НИИ хирургии и неотложной медицины; *Комедев Сергей Станиславович\** (ksskla@rambler.ru), заместитель заведующего отделением скорой медицинской помощи НИИ хирургии и неотложной медицины; *Лопота Александр Витальевич\*\** (rtc@rtc.ru), д-р техн. наук, директор-главный конструктор; *Грязнов Николай Анатольевич\*\** (rtc@rtc.ru), заместитель директора по научной работе; *Харламов Вячеслав Валентинович\*\** (sl@lrc.ru), начальник научно-исследовательского отделения; *Багненко Сергей Фёдорович\** (rector@1spbgtm.ru), д-р мед. наук, профессор, академик РАН, ректор; \*Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова МЗ РФ, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8; \*\*Федеральное государственное автономное научное учреждение «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики», 194064, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д. 21.