

На правах рукописи

ПРАСОЛ
Денис Михайлович

**ТАКТИКА ВЕДЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ВНЕЗАПНОЙ ОСТАНОВКОЙ
КРОВООБРАЩЕНИЯ В СТАЦИОНАРНОМ ОТДЕЛЕНИИ СКОРОЙ
МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ**

3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П.Павлова» Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

Теплов Вадим Михайлович - доктор медицинских наук, доцент.

Официальные оппоненты:

Тыренко Вадим Витальевич - доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, кафедра и клиника факультетской терапии имени С.П. Боткина, начальник.

Гуменюк Сергей Андреевич - доктор медицинских наук, доцент, государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы особого типа «Московский территориальный научно-практический центр медицины катастроф (ЦЭМП) Департамента здравоохранения города Москвы», директор.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «31» октября 2023 г. в 15:00 часов на заседании диссертационного совета 04.1.001.01 на базе ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А.М.Никифорова» МЧС России (194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, дом 4/2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А.М.Никифорова» МЧС России по адресу: 197345, Санкт-Петербург, ул. Оптиков, дом 54 и на сайте <https://nrcerm.ru>.

Автореферат разослан « » _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат медицинских наук доцент

Санников Максим Валерьевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Внезапная сердечная смерть (ВСС), несомненно, остается одной из наиболее сложных проблем в современной реаниматологии (Safar P. et al., 1957; Теплов В. М. и соавт., 2017). Внезапная остановка кровообращения нередко становится последним звеном цепи трагических событий, когда основное заболевание протекает бессимптомно, дебютируя жизнеугрожающим состоянием. Катастрофическая нехватка времени для определения причин, приведших к остановке кровообращения, зачастую не оставляет надежды на расширенную диагностику и спасение.

Современные авторы сообщают, что среднее число ВСС в мире колеблется в пределах 0.6-6 случаев на 1000 человек населения в год. Каждый год около 350.000 человек внезапно умирают в Европе и от 300.000 до 400.000 в США (Berger S. et al., 2004; Fishman G. et al., 2010; Markwerth P. et al., 2020; Шлык И. В. и соавт., 2020). По данным всемирной организации здравоохранения в неделю случается 30 смертей на 1.000.000 населения, а в структуре общемировой нетравматической смертности на их долю приходится около 10%. Среди жителей промышленно развитых стран ВСС составляет от 15 до 20% всех ненасильственных случаев смерти (Абросимов В. Н. и соавт., 2016).

В России также большое число внезапных остановок кровообращения - около 200.000 - 250.000 тысяч ежегодно, причем подавляющее число случаев (>95%) случается вне стационара. Выживаемость в нашей стране пациентов с внегоспитальной остановкой сердца составляет порядка 1,0%. Наиболее частой причиной ВСС является ишемическая болезнь сердца (80-85%), а более половины эпизодов связаны с острой коронарной патологией (Бойцов С. А. и соавт., 2016; Тыренко В.В. и соавт., 2020).

В Санкт-Петербурге ежегодно фиксируется большое количество вызовов скорой медицинской помощи с клиникой внезапной остановки кровообращения. В 2016 году силами бригад скорой медицинской помощи (СМП) догоспитальная сердечно-легочная реанимация (СЛР) проводилась 1035 раз, а в 2017 году – 1486 раз, однако эффективность реанимационных мероприятий в догоспитальных условиях остается невысокой. Актуальной остается проблема эффективности лечебно-эвакуационных мероприятий больных в критическом состоянии, определения места их госпитализации. С учетом географических особенностей нашей страны перспективным видится рутинное включение санитарно-авиационной службы в процесс эвакуации критических больных с применением ЭКМО (Баранова Н. Н. и соавт., 2017;

Гуменюк С. А. и соавт, 2019), успешный опыт чего демонстрируют отечественные коллеги (Шелухин Д. А. и соавт., 2015, 2017; Кецкало М. В., 2019), в том числе и у беременных (Шелухин Д. А. и соавт., 2019). В настоящее время лишь четверть пациентов с внегоспитальной остановкой кровообращения (далее – ВнеГОК) доставляется в стационары (Мирошниченко А.Г. и соавт., 2017; Щедренюк В.В. и соавт., 2018), однако спасение не ориентировано на применение ЭКМО в комплексе СЛР (Алексанин С. С. и соавт., 2021).

Возможность проведения длительных эффективных компрессий грудной клетки с помощью электромеханических устройств, в том числе при транспортировке, открыли новые горизонты в спасении пациентов с неясной остановкой кровообращения (Гуменюк С. А. и соавт., 2019). Применение кардиомассажера в такой ситуации стало мостом к возможности применения экстракорпоральной мембранной оксигенации (далее - ЭКМО) в комплексе реанимационных мероприятий пациентов в терминальном состоянии (далее – ЭСЛР) (Wik L., 2005; Nichol G. et al., 2006; Grasselli G. et al., 2010; Cave D. et al., 2010; Avalli L. et al., 2011; Теплов В. М. и соавт., 2012.; Chamogeorgakis T. et al., 2013; Guenther S. et al., 2014; Coppler P. et al., 2018; Серяк В. В., 2021). Применение технологии искусственного кровообращения и оксигенации с целью протезирования сердечно-легочной функции может обеспечивать достаточную эффективность на протяжении длительного времени (Cave D. et al., 2010; Теплов В. М. и соавт., 2018). В ряде стран применяется догоспитальное проведение ЭСЛР одновременно с традиционными реанимационными мероприятиями с целью сокращения времени гипопрефузии и улучшению результатов при ВнеГОК (Singer V. et al., 2018). В тоже время, результаты лечения внегоспитальной остановки сердца путем применения внутригоспитальной ЭСЛР в ранние сроки позволяет существенно повысить выживаемость по сообщениям отдельных центров (Leick J. et al., 2013; Kim S. et al., 2014). В 2012 году Организация экстракорпоральной поддержки жизни (ELSO) предоставила подробный отчет о результатах 5-летнего опыта СЛР с применением экстракорпоральных средств жизнеобеспечения у больных с внезапной остановкой кровообращения, выживаемость которых составила 42% (Haneуа А., 2012) Согласно последним данным реестра Европейского сообщества экстракорпоральной поддержки жизни (октябрь, 2022) выживаемость взрослых пациентов после применения ЭСЛР до момента отлучения от ЭКМО составляет 30% (<https://www.elseo.org/Registry/Statistics/InternationalSummary.aspx>).

Также, кроме спасения, применение технологии ЭКМО в ряде стран осуществляется в отношении посмертных потенциальных доноров, которыми могут стать пациенты, погибшие вследствие внезапной остановки кровообращения. Такие доноры согласно Маастрихтской классификации относятся к группе неконтролируемых доноров, и кондиционирование их расценивается как крайне сложный процесс (Lin Y. et al., 2022).

Степень разработанности темы исследования.

Несмотря на многолетнее применение ЭСЛР, число случаев по-прежнему остается незначительным относительно общего количества внезапных смертей. Остаются нерешенными вопросы о инициации процедуры ЭКМО при ВСС сразу в догоспитальном периоде реанимационных мероприятий или начало ее в стационаре после транспортировки туда пациента с проведением ему СЛР с применением кардиомассажера в процессе эвакуации. Временные, клинические и лабораторные критерии подключения постоянно уточняются и изменяются, отличаясь друг от друга в различных странах.

В отечественной практике ЭКМО в комплексе мероприятий СЛР остается маловостребованным методом спасения ввиду высокой стоимости и недостатка методического сопровождения технологии. Логистическая цепь спасения пациентов с ВСС как в стационарах, так и в догоспитальном периоде, как правило, не разработана, и не ориентирована на применение экстракорпоральных методик спасения пациентов в критическом состоянии, а принципы маршрутизации таких больных требуют детальной проработки (Теплов В. М. и соавт., 2013; Шах Б.Н. и соавт., 2013; Баранова Н. Н., 2018). Единичные публикации демонстрируют положительные результаты применения технологии в рамках протезирования сердечно-сосудистой функции у некардиохирургических больных (Осиев А. Г. и соавт., 2012; Попцов В. Н. и соавт., 2015; Теплов В. М. и соавт., 2018), большая же часть сообщений посвящена применению технологии в кардиохирургии (Бокерия Л. А. и соавт., 2013; Ярош Р. Г. и соавт., 2016; Евдокимов М. Е. и соавт., 2019; Базылев В. В. и соавт., 2020). Согласно регистра Российского общества специалистов ЭКМО в нашей стране функционирует 48 клиник, применяющих в своей деятельности экстракорпоральную мембранную оксигенацию, причем количество случаев остается крайне незначительным – ЭКМО в различных видах применялась лишь 381 раз за 11 лет ведения данного регистра (<https://экмо.пф/registr/statistika>). В российских литературных источниках нам не удалось найти ни одной публикации,

описывающей успешное проведение ЭСЛР у взрослых пациентов, доставленных в состоянии рефрактерной ВнеГОК в стационар.

Также, несмотря на значительный дефицит донорских органов в нашей стране (Готье С.В. и соавт., 2021, 2022), умершие вследствие внезапной остановки кровообращения вне медицинской организации, практически не рассматриваются в роли потенциальных доноров. Вопрос посмертного применения ЭКМО с целью донорства в России изучен крайне слабо (О.Н.Резник и соавт., 2008; Багненко С. Ф. и соавт., 2006., 2009).

Цель исследования: разработать тактику и дифференцированный подход к ведению пациентов, доставленных в стационарное отделение скорой медицинской помощи в состоянии клинической смерти.

Задачи исследования:

1. Выявить основные особенности эвакуации в догоспитальном периоде и ведущие медико-статистические характеристики пациентов, поступивших с внезапной остановкой кровообращения в стационарное отделение скорой медицинской помощи

2. Проанализировать лабораторные критерии у пациентов, доставленных внезапной внегоспитальной остановкой кровообращения, на момент поступления.

3. Оценить эффективность применения транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации с механической поддержкой кровообращения у пациентов, доставленных в стационарное отделение скорой медицинской помощи в состоянии клинической смерти, развившейся вне медицинской организации

4. Оценить ведущие медико-статистические, лабораторные и инструментальные характеристики посмертных потенциальных доноров после констатации у них биологической смерти в стационарном отделении скорой медицинской помощи

5. Разработать и апробировать алгоритм и критерии применения экстракорпоральной мембранной оксигенации в медико-социальных целях после констатации биологической смерти пациента, поступившего в стационарное отделение скорой медицинской помощи вследствие внезапной остановки кровообращения, развившейся вне медицинской организации

Научная новизна результатов исследования.

Впервые изучены возможности применения технологии ЭСЛР в комплексе расширенной сердечно-легочной реанимации в стационарном отделении скорой медицинской помощи у пациентов с внезапной внегоспитальной рефрактерной остановкой кровообращения с учетом

особенностей отечественного здравоохранения. Выявлены основные проблемы догоспитального периода лечения таких больных, предложены пути их решения. Исследована взаимосвязь лабораторных критериев с длительностью эвакуационных мероприятий и выживаемостью в исследуемой популяции. Продемонстрирована прогностическая значимость рН артериальной крови, что в дальнейшем может применяться для определения объема реанимационных мероприятий. Впервые разработан и апробирован алгоритм, включающий нормативно-правовые и медицинские критерии, обеспечивающий посмертное применение ЭКМО для кондиционирования посмертных потенциальных доноров.

Теоретическая значимость исследования.

Анализ особенностей пациентов, которые переносят остановку кровообращения, позволит определить направления совершенствования методов спасения, в том числе с применением экстракорпоральных технологий для механического восстановления кровообращения, а так же систематизировать мероприятия, направленные на выявление и борьбу с причинами внезапной остановки кровообращения. На основании выполненной работы возможен пересмотр действующих методических рекомендаций по скорой медицинской помощи в пользу обеспечения реанимационных мероприятий догоспитального периода в пути при наличии механического устройства компрессии грудной клетки, и определение стационара для госпитализации таких пациентов по принципу «необходимый», а не по принципу «ближайший», который действует в настоящее время. Строгое соблюдение предложенных критериев применения ЭСЛР позволит повысить эффективность реанимационных мероприятий, а посмертное применение технологии при несоответствии критериям ЭСЛР обеспечит сохранение донорских органов для последующей трансплантации.

Практическая значимость исследования.

В ходе исследования был разработан системный подход в ведении пациентов, госпитализированных в стационар в состоянии клинической смерти, который позволяет объективизировать применение ЭСЛР при проведении реанимационных мероприятий у пациентов с рефрактерной остановкой кровообращения. Это позволило улучшить результаты их лечения и обеспечило более успешное использование технологии ЭКМО, в том числе исходя из экономической целесообразности жесткого соблюдения критериев ее имплантации. Предложенный алгоритм ведения посмертного потенциального донора с биологической смертью продемонстрировал свою

эффективность и может быть использован в клиниках в Российской Федерации.

Методология и методы исследования.

Цели и задача и проводимого исследования легли в основу определения объекта, предмета и единиц исследования, этапов его организации, методов, применяемых для сбора и анализа полученной первичной информации, последующей интерпретации данных и определение путей их практической реализации, формулирования выводов и практических рекомендаций. Объектами исследования стали пациенты, у которых развилась внезапная остановка сердца вне медицинской организации. Предметом исследования стали лечебные и эвакуационные мероприятия, направленные на их спасение. Единицами наблюдения стала разработанная "Карта пациента с внезапной сердечной смертью" (Приложение 1), в основу которой легли данные, содержащиеся в учетной форме N 114/у («Сопроводительный лист станции (отделения) скорой медицинской помощи и талон к нему») и медицинской карте стационарного больного (медицинская информационная система ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России), а так же «Карта трупа-донора».

Исследование выполнено в период 2017-2022 гг. на базе Центра по лечению внезапной сердечной смерти, образованного на базе клиники ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России (Приложение 2 - Положение о центре лечения внезапной сердечной смерти). Комплексная методика исследования включала в себя историко-аналитический и контент-анализ, лабораторную и инструментальную оценку состояния пациента, различные методы статистической оценки. Большинство эмпирических данных было собрано с помощью сплошного метода наблюдения. Проведено ретроспективное когортное исследование результатов лечения пациентов, поступивших в Центр в течение пятилетнего периода. Всего было госпитализировано 109 пациентов, средний возраст которых составил 52.6 ± 1.5 лет, в том числе 81 мужчин и 28 женщин. Общее число изученных единиц наблюдения - 389.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Пациенты с внезапной внегоспитальной остановкой кровообращения должны госпитализироваться в стационарные отделения скорой медицинской помощи организаций с круглосуточной возможностью чрескожных коронарных вмешательств, а применение транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации с механической поддержкой кровообращения в комплексе мероприятий расширенной сердечно-легочной

реанимации у данной группы пациентов должно рассматриваться только в случае существенного полного анамнестического и лабораторного соответствия критериям подключения технологии.

2. Применение технологии экстракорпоральной мембранной оксигенации в стационарном отделении скорой медицинской помощи в медико-социальных целях после констатации у пациента биологической смерти при соблюдении алгоритма и медицинских критериев позволяет сохранять органы посмертного потенциального донора для последующей эксплантации и трансплантации, при этом полностью соответствует нормативно-правовой базе, регламентирующей донорство органов и трансплантацию в Российской Федерации.

Апробация работы и внедрение:

Материалы исследования были доложены на конференциях «Первая помощь в медицинских организациях» 14-15.10.2021г., «II совместный съезд РОСЭКТ и РосЭКМО» 30.09. – 1.10.2022г., заседании научно-практического общества анестезиологов и реаниматологов Санкт-Петербурга №636 21.12.2022г., а так же на всероссийской научно-практической конференции «Состояние и стратегия развития неотложной медицины» 20-22.04.2023.

Результаты апробированы и внедрены в работу стационарного отделения скорой медицинской помощи клиники ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, полученные данные легли в основу приказа ректора академика РАН С.Ф. Багненко №197 от 16.03.2020 "Положение о центре лечения внезапной сердечной смерти". Разработанные в ходе исследования предложения используются Центре трансплантологии и органного донорства ПСПбГМУ им И.П. Павлова, Городском координационном центре органного донорства ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе, Московском координационном центре органного донорства ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы, а также в процессе преподавания студентам старших курсов лечебного факультета и в ординатуре по специальности "скорая медицинская помощь" кафедры скорой медицинской помощи и хирургии повреждений ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России.

Полученные данные были апробированы в НИР и НИОКР в рамках комплексного проекта №03.G25.31.0218 от 03.03.2017 г. по созданию высокотехнологичного производства с участием государственного научного учреждения по теме: «Разработка и освоение производства комплекса перфузионных моделей и устройств мобильных систем искусственного кровообращения», заключенного с Минобрнауки России. В ходе

исследования было успешно проведено клиническое испытание «Комплекса перфузионного экстренного восстановления кровообращения для реанимации человека «LIFE STREAM ECMO» по ККТВ.941651.001 ТУ». В настоящее время данный комплекс активно применяется в работе созданного в клинике Университета Центра лечения внезапной сердечной смерти.

По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 7 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, из них 3 по специальности 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Личное участие автора.

Автор предложил идею разработки дифференцированного подхода к проведению расширенной сердечно-легочной реанимации пациентам, госпитализированным в состоянии клинической смерти, развившейся вне медицинской организации. Он непосредственно участвовал во внедрении технологии ЭКМО в повседневную работу стационарного отделения скорой медицинской помощи университетской клиники, лично участвовал более чем в половине случаев ЭСЛР. Автором предложен и реализован пошаговый алгоритм работы с посмертным потенциальным донором. Автором осуществлялось планирование диссертационного исследования, создание рабочих гипотез, обобщение и анализ полученных результатов. Доля автора в сборе первичного материала, его анализе и статистической обработке - более 95%, в обобщении полученных данных - 100%.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Научные положения соответствуют паспорту специальности 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях по пп. 4, 5.

Структура и объем работы:

Диссертация состоит из введения, трех глав, в которых изложены результаты собственных наблюдений и исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 147 источника, из них отечественных – 58, а 89 из зарубежной литературы. Работа изложена на 116 страницах машинописного текста, иллюстрирована 8 рисунками и 4 фотографиями, содержит 6 таблиц, 7 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность исследования, определены цель и задачи исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен аналитический обзор российских и зарубежных литературных источников эволюции сердечно-легочной реанимации, развития экстракорпоральной оксигенации в России и за рубежом, в частности, опыт применения ЭКМО в рамках СЛР. Проанализированы также исторические предпосылки и современная нормативно-правовая база посмертного органного донорства. Обзор текстового массива данных позволил сделать вывод о неоспоримой положительной роли ЭКМО при внезапной сердечной смерти (ВСС), резистентной к привычным реанимационным мероприятиям, однако скудная распространенность технологии ввиду высокой стоимости и требований к стационару в нашей стране вынуждает отказываться от данного инвазивного и дорогостоящего метода лечения, и придерживаться традиционной терапии критического состояния. Практика применения ЭКМО с целью органосохранения посмертного потенциального донора в настоящее время практически игнорируется медицинским сообществом, хотя полностью соответствует законодательному обеспечению Российской Федерации. Посмертное применение ЭКМО в медико-социальных целях за рубежом носит повсеместный характер, и в значительной степени позволяет преодолеть дефицит донорских органов.

Во второй главе описана модель исследования и методы статистической обработки, а так же технологии, которые были применены в исследовании. Выбор базы клинического исследования был обусловлен наличием в стационарном отделении скорой медицинской помощи (далее - СтОСМП) научно-исследовательского института хирургии и неотложной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова Министерства здравоохранения Российской Федерации широкого спектра лечебно-диагностических возможностей, используемых при лечении ВСС. Субъектом исследования являлись пациенты с внезапной остановкой кровообращения. Объектом – система оказания скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи и специализированной медицинской помощи в экстренной форме при внезапной сердечной смерти. Предметом исследования стал комплекс лечебно-диагностических мероприятий, осуществляемых у пациентов, поступивших в СтОСМП в состоянии клинической смерти. Единицами наблюдения были случаи применения экстракорпоральной СЛР (ЭСЛР) в рамках помощи таким пациентам, данные

о которых фиксировались в специальной «Карте пациента с внезапной сердечной смертью».

Материалы были исследованы статистической обработкой с использованием параметра метода непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация были реализованы в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Статистический анализ проводился с использованием программ STATISTICA 13.3 и IBM SPSS Statistics 29.0.0.0.

В третьей главе на основании анализа 109 случаев внегоспитальной остановки кровообращения, поступивших в Центр в период 2017-2022гг., определены ведущие медико-статистические и лабораторные характеристики пациентов с ВСС. Определено, что средний возраст доставленных составил $52,6 \pm 1,5$ лет, 74% из которых – мужчины. Подавляющее большинство больных – это пациенты наиболее работоспособного возраста до 60 лет – 72 случая. Наиболее частой причиной остановки кровообращения являлись кардиогенные причины (70 случаев), из них лидирующую позицию занимал острый инфаркт миокарда (55). Из 74 эпизодов ВСС в присутствии случайных свидетелей лишь 32 раза СЛР инициировалась ими до приезда СМП.

Среднее время эвакуации всех пациентов составило $64,7 \pm 3,1$ мин. В 63 из 109 (57,8%) случаях начало СЛР и медицинская эвакуация в СтОСМП осуществлялась одной бригадой скорой медицинской помощи, а в 46 (42,2%) эпизодах первыми на месте происшествия оказывались общепрофильные бригады, и вызов реанимационной бригады осуществлялся вторично. Среднее время эвакуации силами одной бригады составило $56,9 \pm 3,4$ мин, что достоверно ($p < 0,05$) отличалось от такового при работе двух и более бригад скорой медицинской помощи, которое достигало $75,3 \pm 5,4$ мин. Продолжительность догоспитального периода выписанных из стационара пациентов составила $42,7 \pm 9,6$ мин. Средняя продолжительность внегоспитальных реанимационных мероприятий в тех случаях, когда ЭСЛР в стационаре применялась эффективно с последующим восстановлением сердечного ритма, была $47,7 \pm 6,7$ мин. В то же время длительность эвакуации пациентов, умерших в первые сутки несмотря на применение ЭСЛР, достигала $79,5 \pm 11,9$ мин, что достоверно дольше в сравнении с группами выживших пациентов, упомянутых выше ($p < 0,05$). Время догоспитального периода умерших, которые впоследствии были рассмотрены как посмертные потенциальные доноры, составила $66,3 \pm 3,3$ мин.

Лабораторная картина у всех пациентов соответствовала тяжелым метаболическим расстройствам на фоне гипоксического повреждения органов и тканей. При подробном анализе результатов биохимических исследований нами была обнаружена взаимосвязь между продолжительностью эвакуации и выраженностью этих процессов (рис. 1). Удлинение догоспитального периода усугубляло полиогранную недостаточность, явления тканевой гипоперфузии и лактат-ацидоза, снижая потенциал выживаемости пациентов даже в случае восстановления самостоятельной сердечной деятельности.

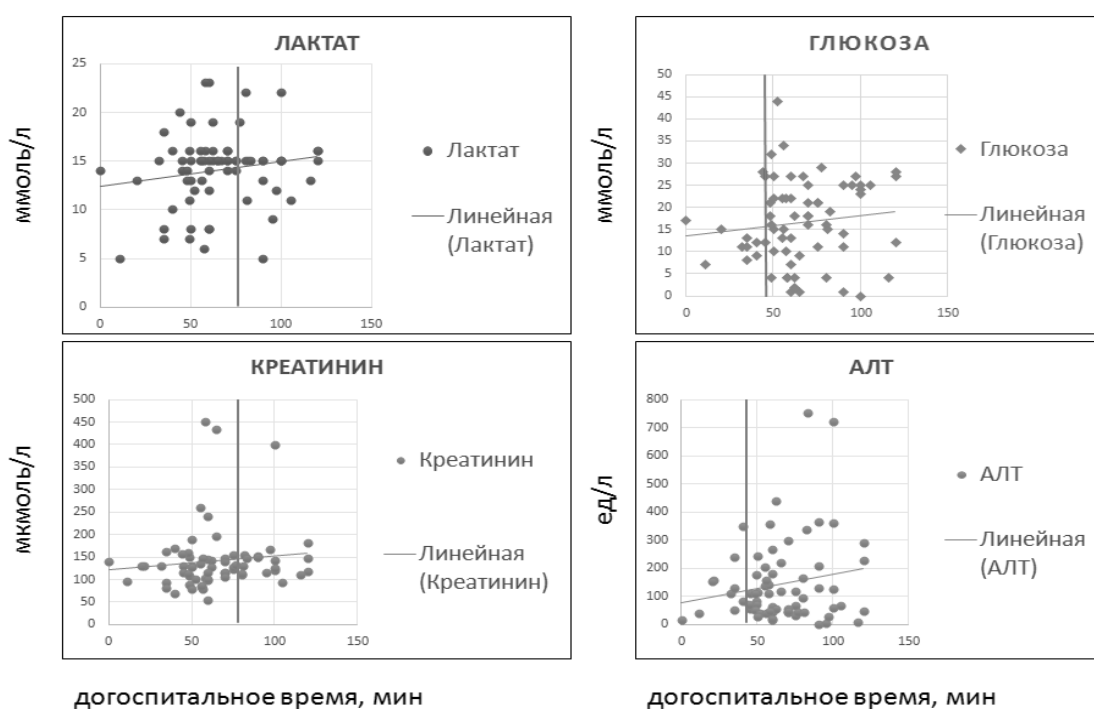


Рисунок 1. Взаимосвязь некоторых лабораторных показателей и продолжительности догоспитального периода у пациентов с внезапной сердечной смертью.

Наиболее углубленному анализу подверглись 42 случая применения ЭКМО в СтОСМП: 16 случаев ЭСЛР и 26 случаев посмертной экстракорпоральной перфузии донорского органокомплекса.

Также было выявлено, что выраженность смешанного ацидоза (AUC ROC 0,728) при поступлении имела большую прогностическую ценность для определения вероятности благоприятного исхода, чем уровень гипокапнии EtCO₂ (0,266) и степень проявления анаэробного метаболизма (0,387) (рис. 2).

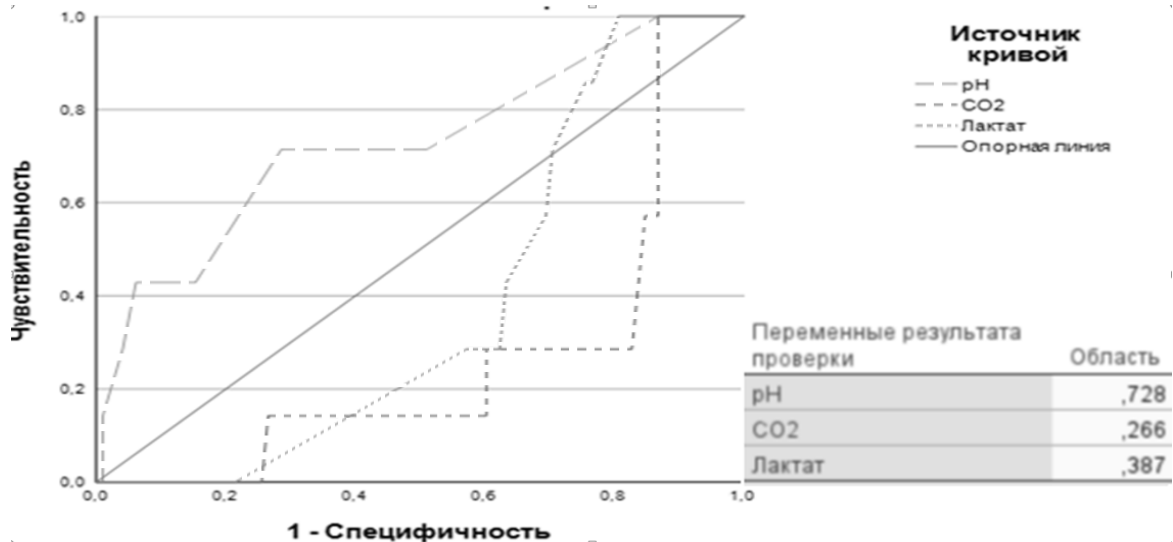


Рисунок 2. Прогностическая значимость лабораторных показателей у пациентов с внезапной сердечной смертью.

Критерии, избранные для инициации ЭСЛР и соответствие им изложены в таблице 1. При их выборе за основу брались таковые, предложенные ELSO.

Наиболее «уязвимым» критерием применения ЭСЛР была длительность догоспитального периода, определяющего продолжительность «low-flow», которая составила 58.1 ± 7.9 мин, что при жестком соблюдении временных рамок полностью бы блокировало применение технологии. Однако в отношении таких пациентов было принято решение об использовании технологии как «терапии отчаяния» с последующим ретроспективным анализом результатов, который показал, что лишь в трех случаях критерии подключения были соблюдены полностью.

Шесть попыток подключения и проведения ЭКМО были безуспешными (37,5%), причиной чего были осложнения канюляции и собственно процедуры.

В оставшихся 10 случаях удалось обеспечить первичную стабилизацию гемодинамики и газообмена фоне эффективного искусственного кровообращения.

Использование портативного транспортного устройства при проведении ЭСЛР позволило расширить объем лечебно-диагностических исследований у пациентов за счет использования ранее труднодоступных в данной ситуации технологий: компьютерная томография головы, грудной и брюшной полостей, коронароангиография в условиях искусственного кровообращения.

Таблица 1.

Соответствие пациентов критериям для подключения ЭСЛР
пациентов с рефрактерной остановкой кровообращения

Критерии применения	Пациент															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Наличие свидетеля смерти	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Немедленное начало СЛР свидетелем смерти	+	+	+	+	+	+	+	+								
Транспортировка в стационар с применением механического устройства для кардиокомпрессий	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Время от момента остановки кровообращения до ЭСЛР не более 1 часа	+	+	+													
Наличие электрической активности сердца	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Уровень ЕТСО ₂ более 10 mm Hg	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Признаки жизни - хотя бы один (отсутствие двустороннего мидриаза, наличие фотореакций зрачков, рефлексов, реакции на боль, спонтанных движений)	+	+	+	+	+	+	+									
Возраст менее 70 лет	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Стоит отметить, что достоверно отличалась ($p < 0.05$) продолжительность догоспитального периода у пациентов, которым впоследствии осуществлена адекватная механическая поддержка, выполнен полный комплекс диагностических мероприятий, ориентированного на поиск и устранение причин остановки кровообращения, и осуществлено отлучение

от ЭКМО - 45.8 ± 8.8 мин (6 пациентов) против 65.6 ± 9.6 мин в группе (4 пациента), в которой обеспечить адекватный экстракорпоральной кровотока не удалось.

При анализе причин ВСС пациентов группы ЭСЛР было выявлено, что в 9 случаях из 16 причиной остановки кровообращения был инфаркт миокарда. У пациентов с неэффективной ЭСЛР был существенно выше уровень тропонина (1820 ± 164 против 473 ± 180 нг/л, $p < 0.05$) вследствие, в том числе, повреждающего действия дефибрилляции и кардиомассажера на миокард, и уровень D-димера (17566 ± 429 против 13122 ± 628 мкг/л, $p < 0.05$), что обусловлено, скорее всего, массивным фибринолизом.

Для оптимизации скорости принятия решений медицинским персоналом был разработан чек-лист (табл. 2).

Таблица 2.

Чек-лист принятия решения об ЭСЛР.

Критерий	Оценка критерия		
	Качественная	Количественная	
Возраст до 70 лет	Да	Нет	
Свидетель остановки кровообращения	Да	Нет	
Начало СЛР < 5 мин	Да	Нет	
Начало ЭСЛР < 60 минут	Да	Нет	
Электрическая активность сердца	Да	Нет	
$ETCO_2/PaCO_2 > 10$ mm Hg	Да	Нет	
Признаки жизни (наличие фотореакций зрачков, рефлексов, реакции на боль, спонтанных движений)	Да	Нет	
Транспортировка в стационар с применением механического устройства для кардиокомпрессий	Да	Нет	

На основании проведенного анализа и интерпретации результатов работы Центра сформулирован алгоритм принятия решения о ЭСЛР (рис. 3).

Данный алгоритм был успешно апробирован в клинике ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова и используется в настоящее время.

Проанализирована также возможность применения ЭКМО в медико-социальных целях в стационарном отделении скорой медицинской помощи. Группа из 77 погибших пациентов не соответствовала критериям ЭСЛР, и посмертно была рассмотрена в качестве посмертных потенциальных доноров. В таком случае пациенту проводилась расширенная СЛР в течение

минимум 30 минут, в случае неэффективности проводимых реанимационных мероприятий констатировалась биологическая смерть. Умерший рассматривался в качестве посмертного потенциального донора органов, что не противоречит Закону РФ от 22 декабря 1992 г. N 4180-I "О трансплантации органов и (или) тканей человека".

Алгоритм принятия решения о применении ЭСЛР

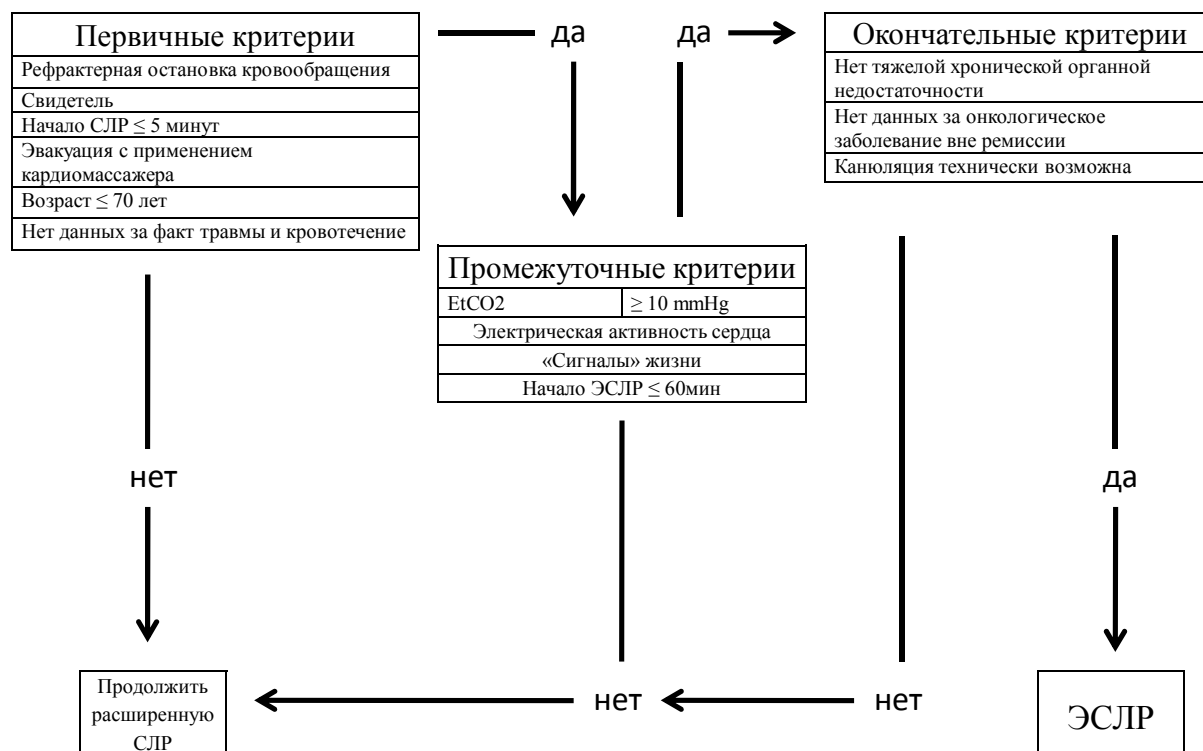


Рисунок 3. Алгоритм принятия решения о применении ЭСЛР.

В ходе согласования с сотрудниками Центра тканевого и органного донорства (ЦТОД) г. Санкт-Петербурга были определены первичные критерии посмертного применения технологии ЭКМО:

1. Эвакуация в стационар с применением кардиомассажера;
2. Неэффективная расширенная СЛР;
3. Констатирована биологическая смерть;
4. Возраст 18 - 55 лет;
5. Отсутствие явных проявлений тяжелых хронических заболеваний

После констатации биологической смерти умерший оценивался как посмертный потенциальный донор исходя из вышеуказанных критериев. В случае соответствия им внутривенно вводилось 5 т. Ед гепарина,

выполнялось 5 компрессий сердца кардиомассажером, после чего начинался так называемый «non-touch period», т.е. промежуток времени наблюдения за умершим без каких-либо медицинских воздействий в отношении него. После появления признаков ранней биологической смерти, развивавшихся в течение первых 10-15 минут, возобновлялся непрямой массаж сердца кардиомассажером и ИВЛ. С целью сохранения перфузии органов, потенциально возможных к пересадке нуждающемуся пулу пациентов, post mortem осуществлялась канюляция магистральных сосудов и инициация ВА ЭКМО в рамках защиты потенциальных донорских органов от ишемии. В случае эффективного кровообращения и оксигенации умершему последовательно выполнялось прицельное ультразвуковое исследование потенциально эксплантируемых органов.

Параллельно инструментальным диагностическим исследованиям выполнялась и лабораторная диагностика, направленная на выявление и устранение тяжелых расстройств гомеостаза совместно с сотрудником ЦТОД. Также осуществлялось исследование крови на наличие инфекционных заболеваний и токсических агентов, при наличии отрицательных результатов которых о кондиционировании посмертного потенциального донора извещался судебно-медицинский эксперт. Последний, при отсутствии сведений о насильственных причинах смерти и иных обстоятельствах, препятствующих донорству, давал разрешение на эксплантацию органов.

Среди умерших, в отношении которых принималось решение об инициации протокола посмертного потенциального донорства, мужчин было 22 (84.6% от числа посмертных потенциальных доноров, средний возраст 45 ± 2 лет), а женщин 4 (15.4%, средний возраст 33 ± 4 лет).

В лабораторных исследованиях обращало на себя внимание отсутствие значимых различий практически всех лабораторных показателей, за исключением трансаминаз. Высокий уровень АЛТ и АСТ был обусловлен премортальным фоном (активный гепатит, токсическое поражение печени) либо неэффективностью перфузии органокомплекса (табл. 3). Также изучение лабораторных данных всех потенциальных доноров совместно с сотрудниками ЦТОД позволило нам определить максимальный уровень креатинина крови, позволявший рассматривать перспективу эксплантации почек, который составил 0,168 ммоль/л.

Таблица 3.

Наиболее значимые лабораторные параметры посмертных потенциальных доноров.

Показатель	Единицы измерения	Эффективные доноры (n=15)	Неэффективные доноры (n=11)
Лактат	ммоль/л	15.66 ± 1.38	14.27 ± 1.32
АСТ	ммоль/л	147 ± 33.35	1008.63 ± 84.63*
АЛТ	ммоль/л	87.5 ± 17.54	499.09 ± 31.95*
Креатинин	ммоль/л	0.126 ± 0.79	0.123 ± 0.64

* - различия статистически значимы (p<0.05)

В 11 случаях кондиционирование посмертного потенциального донора с применением ВА ЭКМО было неэффективным в силу технических сложностей канюляции и экстракорпорального кровообращения. Учитывая данный факт, было решено осуществлять во всех случаях кондиционирования компьютерную томографии органов брюшной полости с контрастированием с целью оценки адекватности органного кровотока. Выполнение всем посмертным потенциальным донорам постмортальной СКТ-ангиографии органов брюшной полости позволило в дальнейшем полностью избежать случаев выполнения эксплоративных лапаротомий (табл. 4), достоверно улучшив результаты оперативных вмешательств с целью эксплантации.

Таблица 4.

Влияние постмортальной СКТ-ангиографии на эффективность эксплантации.

Результаты оперативных вмешательств	Применение постмортальной СКТ-ангиографии, случаи	
	До	После
Эксплоративная лапаротомия	4	0
Мультиорганная эксплантация	5*	10*

* - различия статистически значимы (p<0.05)

Посмертное СКТ брюшной полости с контрастированием продемонстрировало наличие у эффективных доноров сохраненного органного кровотока (фото 1).



Фото 1. Компьютерная томография висцерального бассейна посмертного потенциального донора.

В 15 случаях удалось обеспечить эффективное кондиционирование посмертного донора, в результате эксплантации были изъяты и в последующем трансплантированы 30 почек и 4 печени. Во время посмертной экстракорпоральной перфузии продолжались мероприятия по обеспечению поддержания гомеостаза трупа для защиты предполагаемых к изъятию органов от гипоксических, реперфузионных и тромботических осложнений, в том числе оценивалась динамика лабораторных результатов.

Таким образом, анализ полученных данных позволил сформулировать алгоритм применения технологии ЭКМО в отношении умерших после безуспешных реанимационных мероприятий в стационарном отделении скорой медицинской помощи с целью посмертного сохранения донорских органов (рис. 4). Данный алгоритм используется в работе Центре трансплантологии и органного донорства ПСПбГМУ им И.П. Павлова, Городском координационном центре органного донорства ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе, Московском координационном центре органного донорства ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы.

Алгоритм принятия решения о посмертном применении ЭКМО в медико-социальных целях

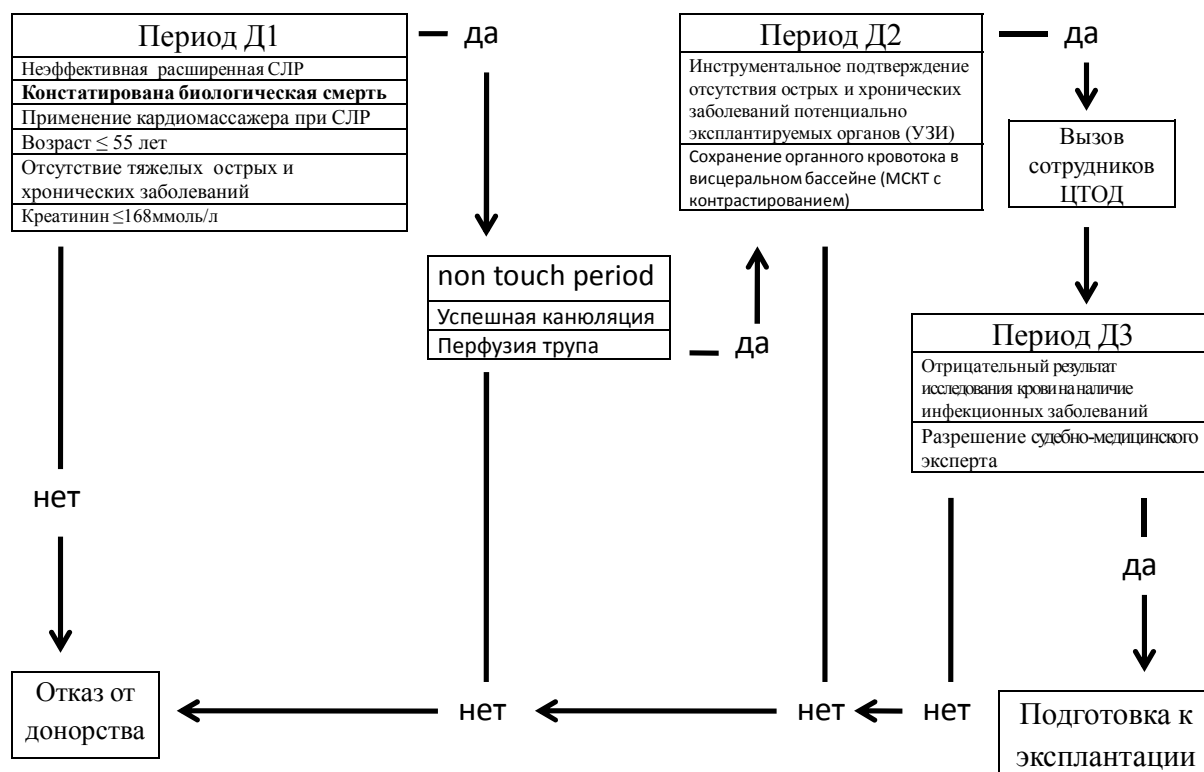


Рисунок 4. Алгоритм принятия решения о посмертном применении ЭКМО с целью донорства.

ВЫВОДЫ

1. В стационарное отделение скорой медицинской помощи ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. Павлова за период исследования было госпитализировано после внезапной остановки кровообращения 109 пациентов, 74% из которых составляли мужчины, при этом наиболее частой причиной внезапного прекращения кровообращения стал острый инфаркт миокарда, выявленный в 54% случаев.

2. Реанимационные мероприятия в догоспитальном периоде характеризовались многоэтапностью, с передачей больного между различными бригадами скорой медицинской помощи один и более раз в 42,2% наблюдений. Средняя длительность эвакуации в стационар при оказании помощи одной бригадой достигало 56.9 ± 3.4 мин, что было существенно меньше ($p < 0,05$) времени работы при взаимодействии нескольких бригад, которое составило 75.3 ± 5.4 мин. Продолжительность догоспитального периода коррелировала с перспективой спасения, составив 42.7 ± 9.6 мин у выживших пациентов, 47.7 ± 6.7 мин у пациентов, которым удалось восстановить эффективную сердечную деятельность после

применения ЭСЛР. В отличие от этих групп, время эвакуации в стационар больных, у которых не удалось добиться нормализации работы сердца несмотря на весь комплекс лечебных мероприятий, включая ЭКМО, оказалось существенно дольше ($p < 0,05$), достигая 79.5 ± 11.9 мин.

3. В зависимости от продолжительности догоспитального периода у пациентов, поступивших в состоянии клинической смерти в стационарное отделение скорой медицинской помощи, закономерно нарастали метаболические расстройства гипоперфузионного характера, при этом наибольшая корреляция была продемонстрирована между выживаемостью и более высоким уровнем рН артериальной крови в сравнении с уровнем лактата и EtCO_2 (AUC ROC, соответственно, 0.728, 0.387, 0.266).

4. Применение транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации при расширенной сердечно-легочной реанимации у пациентов с внегоспитальной рефрактерной остановкой кровообращения было оправдано при строгом соблюдении критериев применения технологии, к которым относятся немедленное начало реанимационных мероприятий, применение кардиомассажера при эвакуации, продолжительность периода непрямого массажа сердца не более 60 минут, что позволило в 37,5% случаев (6 из 16 пациентов) выполнить расширенный диагностический комплекс, включавший чрескожные коронарные вмешательства, и добиться восстановления эффективной сердечной деятельности.

5. Использование спиральной компьютерной томографии органов брюшной полости с контрастированием в комплексе кондиционирования посмертных потенциальных доноров с применением экстракорпоральной мембранной оксигенации в медико-социальных целях в стационарном отделении скорой медицинской помощи необходимо использовать обеспечивает значимое снижение числа неэффективных случаев мультиорганного изъятия (с 64,5% до 0%, $p < 0,05$)

6. Предложенный алгоритм применения ЭКМО в медико-социальных целях, включающий в себя последовательный комплекс мероприятий подтверждения биологической смерти потенциального донора, инструментальной и лабораторной оценки состояния органокомплекса, юридического разрешения на эксплантацию, позволил осуществить успешное кондиционирование и последующую мультиорганную эксплантацию в 57,6% случаев.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.

1. Руководителям здравоохранения, главным врачам станций СМП - при разработке регламента маршрутизации определять местом эвакуации пациентов с внезапной остановкой кровообращения медицинские организации, имеющие возможность экстренных чрескожных коронарных вмешательств;

2. Руководителям станций и отделений СМП - бригады, направляющиеся на вызов, повод которого может быть потенциально определен как вызов к пациенту с внезапной остановкой кровообращения, должны быть оснащены устройством электромеханическим для непрямого массажа сердца;

3. Заведующим стационарными отделениями скорой медицинской помощи - рассматривать возможность проведения ЭСЛР в отношении пациентов, поступивших с рефрактерной остановкой кровообращения только при обязательном соблюдении всех критериев применения технологии (возраст 18-60 лет, непрерывный непрямой массаж сердца с момента его остановки, использование кардиомассажера в процессе эвакуации бригадой скорой медицинской помощи, ожидаемый период "low flow" не более 60 минут; отсутствие факта травмы, продолжающегося кровотечения, вероятных неизлечимых заболеваний);

4. Заведующим стационарными отделениями скорой медицинской помощи - при неэффективности расширенной сердечно-легочной реанимации рассматривать возможность посмертного применения ЭКМО для кондиционирования органов посмертного потенциального донора для их последующей эксплантации и трансплантации.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

История развития ЭКМО демонстрирует зарождение технологии у истоков кардиохирургии и путь от узкой специализированной ниши применения в операционных и отделениях реанимации, к расширенным показаниям в области терапии критических состояний. В настоящее время применение технологии возможно буквально на пороге стационара, в СтОСМП, и закономерным видится смещение экстракорпоральной методики спасения за пределы стационара и проведение ЭСЛР на месте происшествия для обеспечения минимального времени до жизнеспасающей процедуры. Медицинская эвакуация, в том числе длительная и с привлечением санитарно-авиационной службы, в условиях экстракорпоральной поддержки кровообращения уже сейчас демонстрирует высокий уровень надёжности

сохранения жизни, что особенно актуально с учётом географических особенностей нашей страны.

Статьи в научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, а также международных базах данных, для опубликования основных научных результатов диссертации по специальности: 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

1. Теплов В.М., Архангельский Н.Д., **Прасол Д. М.** Цебровская Е. А. Роль дистанционной передачи электрокардиограммы в маршрутизации пациентов // Медицина катастроф. – 2023. – № 1. – С. 70 – 72.

2. Цебровская Е.А., Теплов В.М., Клюковкин К.С., **Прасол Д.М.**, Коломойцев В.В., Бурыкина В.В., Архангельский Н.Д., Ихаев А.Б., Багненко С.Ф., Касымова О.А. Роль стационарного отделения скорой медицинской помощи в условиях массового поступления пострадавших в техногенных чрезвычайных ситуациях // Медицина катастроф. – 2023. - №1. – С. 42 – 45.

3. Теплов В. М., **Прасол Д. М.**, Резник О. Н., Цебровская Е. А., Коломойцев В. В., Архангельский Н. Д., Багненко С. Ф. Результаты применения транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации при внезапной остановке кровообращения // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2023. – № 1. – С. 53-58.

Статьи в научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, для опубликования основных научных результатов диссертации по другим специальностям

4. Гаврилова Е.Г. Теплов В. М., **Прасол Д. М.**, Бурыкина В.В., Александрова Е.А., Калмансон Л.М. Успешный случай применения экстракорпоральной мембранной оксигенации в комплексе сердечно-легочной реанимации // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2023. – № 1. – с. 64-68.

5. Теплов В.М., **Прасол Д. М.**, Коломойцев В.В., Архангельский Н.Д., Багненко С.Ф. Центр по лечению внезапной сердечной смерти: результата пяти лет работы // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2023. – № 1. – С. 17-23.

6. Кутенков А. А., Ананьев А. Н., **Прасол Д. М.** Клинический случай трансплантации печени от донора с внегоспитальной необратимой остановкой кровообращения пациенту с многократными вмешательствами в гепатобилиарной зоне // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2022. – Т. 24, № S. – С. 96.

7. Теплов В. М., Цебровская Е. А., **Прасол Д. М.** Клюковкин К.С., Багненко С. Ф. Возможности имитационного моделирования в практике системы здравоохранения // Учёные записки Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова. – 2022. – Т. 29, № 3. – С. 17-23.

Статьи, тезисы докладов и статей в научных журналах и сборниках материалов конференций

8. Багненко С.Ф., Теплов В.М., Комедев С.С., **Прасол Д.М.** Результаты работы центра по лечению внезапной сердечной смерти в крупном многопрофильном стационаре // Вестник экстренной медицины. - 2021. – Т. 14. - № 2. – С. 202.

9. Теплов В. М., Цебровская Е. А., Ключковкин К. С., Миннуллин И. П., **Прасол Д. М.**, Ихаев А. Б., Багненко С. Ф., Королева М. В. Планирование работы стационарного отделения скорой медицинской помощи в условиях ЧС биолого-социального характера при помощи имитационного моделирования // сборник докладов и тезисов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Медицина катастроф - 2022» - С. 186-188.

10. Теплов В. М., Комедев С. С., **Прасол Д. М.** Экстракорпоральная мембранная оксигенация и трансплантология. Новые возможности применения технологии. // Вектор развития высоких медицинских технологий на госпитальном этапе: материалы научно-практической конференции, Рязань, 18–19 апреля 2019 года / Научно-практическое общество врачей неотложной медицины; НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе. – Москва: Научно-практическое общество врачей неотложной медицины, 2019 - С. 170-171.

11. Теплов В.М., Бурыкина В.В., Коломойцев В.В., **Прасол Д.М.**, Цебровская Е.А., Архангельский Н.Д. Применение ультразвуковой диагностики врачом скорой медицинской помощи в стационаре // сборник тезисов всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Медицина катастроф - 2022» - С. 27- 29.

12. Архангельский Н. Д., Теплов В. М., **Прасол Д. М.** Возможности применения системы интерпретации электрокардиограммы в структуре сестринского триажа // Сборник научных трудов научно-практической конференции «Джанелидзеvские чтения - 2023». – с. 13-14.

13. Коломойцев В. В., Теплов В. М., **Прасол Д. М.**, Бурыкина В. В., Цебровская Е. А., Архангельский Н. Д. Опыт применения ультразвуковой навигации врачом стационарного отделения скорой медицинской помощи // Сборник научных трудов научно-практической конференции «Джанелидзеvские чтения - 2023». – с. 80.