

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕРВЫЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА
И.П.ПАВЛОВА» МИНЗДРАВА РОССИИ**

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

Диссертационная работа
на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
Теплов Вадим Михайлович

Санкт-Петербург – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРЕННОГО ПОДДЕРЖАНИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ (обзор литературы).....	15
1.1. Эволюция сердечно-легочной реанимации.....	15
1.2. Развитие экстракорпоральной оксигенации в медицине.....	19
1.3. Использование ЭКМО у пациентов с остановкой кровообращения.	21
1.3.1. Зарубежный опыт ЭКМО.....	21
1.3.2. Отечественный опыт применения ЭКМО при сердечно-легочной реанимации.	27
1.4. Применение перфузионных технологий в донорстве органов.	30
1.4.1. Развитие нормативно-правового регулирования донорства органов.	30
1.4.2. Зарубежный опыт применения ЭКМО при кондиционировании посмертного донора.....	33
1.4.3. Отечественный опыт применения ЭКМО при кондиционировании посмертного донора.....	37
Резюме.....	38
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	40
2.1 Материалы исследования.....	40
2.2. Технологии, примененные в исследовании	45
2.3. Методы статистической обработки.....	48
ГЛАВА 3. ВЕДЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ВНЕЗАПНОЙ ВНЕГОСПИТАЛЬНОЙ ОСТАНОВКОЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ В СТАЦИОНАРНОМ ОТДЕЛЕНИИ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ (результаты собственных наблюдений)	51
3.1. Ведущие медико-статистические и лабораторные характеристики пациентов, поступивших с внезапной остановкой кровообращения в стационарное отделение скорой медицинской помощи.	51
3.2. Тактика ведения пациентов с рефрактерной остановкой сердечной деятельности.....	58

3.3. Применение ЭКМО в медико-социальных целях в стационарном отделении скорой медицинской помощи.	73
3.3.1. Характеристика пациентов с необратимой остановкой сердечной деятельности, поступивших в стационарное отделение скорой медицинской помощи.	73
3.3.2. Алгоритм применения ЭКМО в медико-социальных целях в стационарном отделении скорой медицинской помощи.....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	81
ВЫВОДЫ	85
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	87
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	88
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	89
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	107

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АИК – аппарат искусственного кровообращения

АЛТ – аланинаминотрансфераза

АСД – асистолический донор

АСТ – аспартатаминотрасфераза

БАП – баллонная ангиопластика

БПНПГ – блокада правой ножки пучка Гиса

ВА ЭКМО – вено-артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация

ВСС – внезапная сердечная смерть

ВнеГОК – внегоспитальная остановка кровообращения

ВОЗ – всемирная организация здравоохранения

ВТК-2 ЛКА – ветвь тупого края второго порядка левой коронарной артерии

ГССМП – городская станция скорой медицинской помощи

ИВЛ – искусственная вентиляция легких

КАГ – коронароангиография

ЛКА – левая коронарная артерия

НМС – непрямой массаж сердца

ПКА – правая коронарная артерия

ПМЖА – правая межжелудочковая артерия

РАН – Российская академия наук

СКТ – спиральная компьютерная томография

СЛР – сердечно-легочная реанимация

СМП – скорая медицинская помощь

СтОСМП – стационарное отделение скорой медицинской помощи

ТТЭхоКГ – трансторакальная эхокардиография

ЦТОД – центр тканевого и органного донорства

ЭКМО – экстракорпоральная мембранная оксигенация

ЭКГ – электрокардиограмма

ЭСЛР – экстракорпоральная сердечно-легочная реанимация

ELSO – extracorporeal life support organization

EtCO₂ – end-tidal CO₂

HLA – human leukocyte antigens

LUCAS – lund university cardiopulmonary assist system

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Внезапная сердечная смерть (далее – 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 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).

В Санкт-Петербурге ежегодно фиксируется большое количество вызовов скорой медицинской помощи с клиникой внезапной остановки

кровообращения. В 2016 году силами бригад скорой медицинской помощи (далее – СМП) догоспитальная сердечно-легочная реанимация (СЛР) проводилась 1035 раз, а в 2017 году – 1486 раз, однако эффективность реанимационных мероприятий в догоспитальных условиях остается невысокой, от 3 до 9%. 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; Щедренок 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 гипоперфузии и улучшению результатов при внегоспитальной остановке кровообращения (ВнеГОК) (Singer V. et al., 2018). В тоже время, результаты лечения ВнеГОК путем применения 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% (Haneya A., 2012) Согласно последним данным реестра Европейского сообщества экстракорпоральной поддержки жизни (октябрь, 2022) выживаемость взрослых пациентов после применения ЭСЛР до момента отлучения от ЭКМО составляет 42% (<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 ее применения по-прежнему остается незначительным относительно общего количества внезапных смертей. Остаются нерешенными вопросы об инициации процедуры ЭКМО при ВСС сразу в догоспитальном периоде реанимационных мероприятий или начало ее в стационаре после транспортировки туда пациента с проведением ему расширенной 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 регистру 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.рф/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).

Таким образом, на основании актуальности проблемы и степени ее разработанности была сформулирована **цель** исследования: разработать тактику и дифференцированный подход к ведению пациентов, доставленных в стационарное отделение скорой медицинской помощи в состоянии клинической смерти.

Исходя из поставленной цели, были сформулированы следующие **задачи**:

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 и их теоретическая значимость

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.

Практическая значимость исследования

В ходе исследования 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, что не только улучшит результаты их лечения, но и обеспечит 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 А), 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 информационной системе ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России.

Исследование выполнено в период 2017-2022 гг. на базе Центра по лечению внезапной сердечной смерти (далее - Центр), образованного на базе клиники ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России (Приложение Б, В). 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 - 408.

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 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 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", регламентировавшего создание соответствующего центра в данной организации. Разработанные в ходе исследования предложения используются в Санкт-Петербургском Координационном центре органного донорства (КЦОД), Московского координационного центре органного донорства (МКЦОД), стационарном отделении скорой медицинской помощи, а также на кафедре скорой медицинской помощи и хирургии повреждений ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, в процессе

преподавания студентам старших курсов лечебного факультета и в ординатуре по специальности "скорая медицинская помощь".

По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 7 статьи 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 в большей части 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.

ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРЕННОГО ПОДДЕРЖАНИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ (обзор литературы)

1.1. Эволюция сердечно-легочной реанимации

Наиболее ранние упоминания о внезапной смерти известны еще в медицине древних Египта и Китая. В папирусе Эберса (датирован XVI веком до н. э., найден в 1872 г. в Фивах) есть упоминание о прямой зависимости ангинозных жалоб и неблагоприятного исхода [37], об этом же упоминал и Гиппократ (V век до н. э.). Также Гиппократ отметил связь между избыточным весом и вероятностью смерти [101]. Возвращение к жизни описано в Ветхом Завете (четвертая Книга Царств, глава 4): «И вошел Елисей в дом, и вот, ребенок умерший лежит на постели его... и поднялся, и лёг над ребёнком, и приложил свои уста к его устам, ...и согрелось тело ребёнка...и открыл ребенок глаза свои» [9]. В древних китайских трактатах Хуа То (II век н. э.) указана фатальная роль аритмии [1]. По мере накопления знаний об анатомии и физиологии появились и первые представления о механизмах смерти и возможностях реанимации. Наиболее плодотворные труды в отношении возможностей оживления ведутся на протяжении последних нескольких веков [13, 22, 23].

В середине XVI века швейцарский доктор Парацельс описал возможность применения кузнечных мехов в качестве ручного респиратора для нагнетания воздуха в легкие пациента [144]. Современник Парацельса Андреас Везалий (Падуя, Италия) описал угасающую пульсацию сердца и артерий у экспериментальных животных с торакотомией при удушье, и также продемонстрировал реанимацию с помощью эндотрахеальной вентиляции легких «рот в трубку» [42]. В 1628 г. Уильям Гарвей (Лондон, Англия) первый сформулировал современные представления о кровообращении и привёл экспериментальное обоснование сердечной реанимации у пациентов с внезапной остановкой кровообращения, изложив

результаты работы в своем труде «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных» [12, 50]. Однако первая документированная успешная сердечно-лёгочная реанимация, двадцатидвухлетней Анны Грин, была проведена в 1650 г. Уильямом Петти и Томасом Уиллисом (Оксфорд, Англия), но метод, примененный для спасения, существенно отличался от современных представлений о комплексе реанимационных мероприятий [134]. Вплоть до XVIII века искусственная вентиляция легких методом «рот в рот» являлась прерогативой неонатологической практики, и, хотя она демонстрировала высокую эффективность применительно к новорожденным, в отношении взрослых применять такую практику считалось вульгарным. Лишь в 1740 г. Парижская Академия наук рекомендовала дыхание «рот-в-рот» для реанимации утопленников [55], а в 1788 г. Чарльз Кайт перед в Лондонским Королевским Обществом сделал первый доклад успешного случая реанимации внезапно умершего человека с применением электрического шока [147].

Когда в середине XIX века была открыта общая анестезия и стала возможной инвазивная хирургия, требующая глубокой общей анестезии, частыми случаями стали такие осложнения анестезии, как обструкция дыхательных путей, апноэ и даже остановка сердца. Случаи смерти в результате наркоза побудили хирургов прибегнуть к искусственной вентиляции легких и наружному и открытому массажу сердца при возникновении осложнений [119]. Британский врач Джон Сноу в своей книге «О хлороформе и других анестетиках», вышедшей в 1858 г., описывает опыт 50 случаев лечения остановки сердца у пациентов, которым проводился наркоз хлороформом. Комплекс реанимационных мероприятий включал интубацию трахеи, искусственное дыхание методом «рот в рот», компрессию грудной клетки и живота и применение тока, однако результат сердечно-легочный мероприятий достоверно неизвестен [124].

Первый документированный эффективный прямой массаж сердца был проведен в 1874 г. на собаке, у которой остановка сердца была

спровоцирована в эксперименте с применением хлороформа [83], а первая попытка прямого массажа сердца человеку (в операционной), предпринятая в 1880 г., оказалась безуспешной. Только лишь через 22 года с помощью прямого массажа сердца удалось реанимировать женщину, которой проводилась экстирпация матки по поводу рака [55].

В 1903 г. Джорджем Крайлом был впервые описан случай успешного непрямого массажа сердца [147], а эффективный массаж сердца, продемонстрированный Пайком в 1908 г. [112] заставил искать возможности улучшения проведения реанимации, однако вплоть до 1950-х годов эффективная реанимационная помощь продемонстрирована лишь в единичных случаях [44]. В период 1950-х – 1970-х проводилась активная исследовательская работа по изучению патофизиологических процессов умирания и церебральной и сердечно-легочной реанимации на животных и людях, результаты которой лежат в основе современного представления о смерти и ее лечения [118, 120]. В 1961 г. Хэркинсом и Брэмсоном была разработана модель электропневматической машины. Практически в то же время Доттер совместно с единомышленниками представил разработку кардиомассажера с электропомпой, генерирующей 60 нажатий в минуту. Работа аппарата была продемонстрирована на трупе, так же аппарат использовался у пожилого пациента с внезапной остановкой сердца [85]. К сожалению, пациент не выжил, а множественные переломы ребер в результате работы аппарата трактовались как серьезный недостаток, что сильно ограничило его использование. В 1962 г. Валтер (Великобритания) предложил аналогичное устройство, доступное и простое [141]. Было доказано его эффективное применение, устройство запатентовано и имеются данные о начале серийного производства. В 1963 г. Бейли, Брауз и Китинг предложили малогабаритное устройство, способное генерировать компрессии грудной клетки посредством сжатого кислорода с частотой до 120 в минуту. Кислород в дальнейшем мог быть использован для вентиляции легких. В машину был заложен невиданный для того времени автоматические

настройки прерывания компрессий для обеспечения вдоха. Вес устройства составлял 10 кг [60]. Токкер разработал похожее устройство, с некоторыми техническими решениями того времени: привязка к электрокардиографу и звуковая сигнализация [116].

Тем не менее, габариты и вес устройств не позволяли использовать все преимущества механических компрессий. Время, потраченное на наложение такого аппарата, было необоснованно большим и затягивало начало СЛР [121]. Исследования Пирсона в 1966 г. доказали преимущества ручного массажа сердца [111], а механический способ реанимации рекомендован только для обученного персонала [125].

Во второй половине XX века было доказано, что, хотя ишемическая болезнь сердца (ИБС) является наиболее частой причиной нетравматической остановки кровообращения (более чем в 80% случаев), многие случаи внезапной смерти у молодых людей обусловлены наличием у них группы наследственных заболеваний со структурными изменениями (кардиомиопатии) или без органического изменения сердца (ионные каналопатии) [63]. К последним можно отнести такие состояния, как синдром удлиненного интервала QT, синдром удлиненного интервала QT, синдром Бругада, синдром ранней реполяризации желудочков и катехоламинергическая полиморфная желудочковая тахикардия [52]. Важность посмертного молекулярно-генетического исследования при внезапной сердечной смерти с целью предупреждения летальных исходов у родственников пострадавшего сложно переоценить [74].

Несмотря на понимание причин внезапной остановки кровообращения интерес к механическим устройствам для компрессии оставался низким, и работы в этом направлении почти не проводились, до тех пор, пока при реанимации не был использован вантуз [91] и в 1995 г. было обосновано преимущество активной компрессии-декомпрессии перед ручным пособием [87]. Также в 1995 г. Вистунг и Стин из университета Лунда (Осло) продолжили работу над устройством, придуманным Вистунгом за несколько

лет до этого. Устройство LUCAS (Lund University Cardiopulmonary Assist System) широко внедрилось в практику экстренной медицины в начале двадцатого тысячелетия [126]. Описаны также и успешные длительные реанимационные мероприятия с применением механических компрессий (до нескольких часов) [135]. Такой сценарий невозможен при ручной компрессии грудной клетки [95, 136, 143]. Хотя в настоящее время нет убедительных доказательств значительного преимущества механических компрессий перед ручными с точки зрения выживаемости при внегоспитальной остановке сердца [102], стоит отметить, что адекватная поддержка гемодинамики при транспортировке такого больного в стационар невозможна без электромеханических компрессионных устройств [44].

1.2. Развитие экстракорпоральной оксигенации в медицине

Серьезные опытные труды отечественных и зарубежных ученых в экспериментах на животных с начала XX века доказывали эффективность экстракорпоральных методик с точки зрения поддержания жизни, однако собрать воедино систему мер борьбы со смертью в то время было невозможно. Годом рождения экстракорпоральной оксигенации можно считать 1929 г., когда в Советском Союзе С. С. Брюхоненко и С. И. Чечулин провели первую успешную экстракорпоральную перфузию головного мозга собаки в эксперименте на аппарате экстракорпорального кровообращения собственной разработки «autojector» [8]. К сожалению, мировому сообществу результат данного эксперимента не был должным образом представлен.

Лишь в 1951 г. Д. Х. Гиббон (США) разработал аппарат искусственного кровообращения, с помощью которого спустя 2 года выполнил первую успешную операцию на открытом сердце с использованием искусственного кровообращения. Однако последующая серия фатальных неудач из 4 пациентов остановила развитие экстракорпоральных методик под руководством Гиббона [68]. В 1952 г. в Великобритании у больного с дыхательной недостаточностью был применен

метод экстракорпоральной оксигенации, а экстракорпоральная сердечно-легочная реанимация стала возможна лишь с 1976 года, чему поспособствовало создание автономных аппаратов экстракорпорального кровообращения [105]. Однако применение экстракорпорального кровообращения были ассоциированы с тяжелыми гемолитическими осложнениями при применении оксигенаторов пузырькового типа. В 50-60 годы XX века Кольф, Гловес, Колобов, Бартлет независимо друг от друга вели разработки и внедрение оксигенаторов мембранного типа. Преимуществом данного типа оксигенаторов стало отсутствие непосредственного контакта крови и газа [16]. Спектр показаний оставался довольно узким, ЭСЛР применялась лишь пациентам в гипотермии или в состоянии передозировки наркотическими веществами [106, 117, 140]. Согласно технологическому скачку, в результате которого на рынке появились мобильные устройства для экстракорпоральной мембранной оксигенации, перфузионные системы получили гепаринизированное покрытие, а также были внедрены в практику варианты малоинвазивного доступа. Это определило растущий интерес к ЭСЛР как к спасательной стратегии при рефрактерной остановке сердца у взрослых [41, 59, 64, 65, 76, 79, 107].

Хилл и О'Брайн (1972 г.) первыми представили случай успешного длительного применения ЭКМО взрослому пациенту в течение 3 суток [20]. В 1975 г. Бартлет сообщил о первом успешном случае применения ЭКМО в педиатрической практике [77]. К концу XX века усовершенствованные характеристики экстракорпоральной устройств и компонентов уже позволяли осуществлять эффективное механическое кровообращение и оксигенацию длительно, в том числе за счет применения оксигенаторов мембранного типа. В 1982 г. группе японских специалистов применением ЭКМО удалось поддержать жизнь козы в течение 23 суток [132], в то время как к 2005 г. стало возможным эффективное применение экстракорпоральной оксигенации в течение 100 дней [71]. В 1989 г. специалистами,

используемыми в своей практике экстракорпоральные методы поддержания кровообращения и оксигенации, решено было создать общество экстрокорпоральной поддержки жизни (ELSO) [66]. Это общество стало кумулировать и анализировать все случаи применения технологии ЭКМО.

1.3. Использование ЭКМО у пациентов с остановкой кровообращения

1.3.1. Зарубежный опыт ЭКМО

Первые данные об успешных попытках применения ЭКМО при СЛР можно найти на рубеже XX и XXI вв. [62, 145]. Уже в 2012 г. ELSO предоставила подробный отчет о результатах 5-летнего опыта сердечно-легочной реанимации с применением экстракорпоральных средств жизнеобеспечения у больных с внезапной остановкой кровообращения, выживаемость которых составила 42%. Ретроспективно были проанализированы 85 взрослых пациентов, получавших ЭСЛР в период с 2007-2012 гг., средняя продолжительность поддержки ECLS составила 49 ч. [84].

Обсервационное исследование SHEER, проведенное в Мельбурне, Австралия в 2015 г. убедительно доказало, что ЭКМО в сочетании с СЛР и терапевтической гипотермией значительно повышает эффективность реанимационных мероприятий. К 26 пациентам, из которых 11 случаев внегоспитальной остановки кровообращения, был применен протокол ЭСЛР. В 54% случаев госпитализация закончилась выпиской, неврологические исходы удовлетворительные [127].

Метааналитическое исследование С. Д. Ким (Сеул, Корея) выполненное в 2016 г. с целью уточнения, улучшает ли ЭСЛР исходы у взрослых пациентов по сравнению с традиционной сердечно-легочной реанимацией, показало, что выживаемость и хороший неврологический исход через 3-6 месяцев после остановки сердца, как правило, были лучше в

группе ЭСЛР. ЭСЛР показала лучшие результаты, чем расширенная сердечно-легочная реанимация без ЭКМО, но указана необходимость жесткого соблюдения критериев отбора пациентов для применения ЭКМО [84].

Обсервационное исследование Ламхаута в 2017 г. (Париж, Франция) на основании анализа 156 внегоспитальных остановок кровообращения был сделан вывод, что расширение СЛР до ЭСЛР в равных группах пациентов в пределах 20 минут (42 пациента) значительно повышало выживаемость, в отличие от группы, в которой ЭСЛР применялась не всем пациентам и спустя 30 и более минут (114 пациентов) - 29% и 8% соответственно. Выживаемость между догоспитальной и внутрибольничной ЭСЛР была одинаковой в обеих группах, при времени до запуска ЭКМО менее 60 минут, а также когда время до имплантации ЭКМО превышало 60 минут. Также указана необходимость жесткого соблюдения критериев отбора пациентов для применения ЭКМО непосредственно перед принятием решения об инициации процедуры. Пациенты, которых транспортировали в лечебное учреждение, были подвержены ухудшению состояния во время транспортировки, а по прибытию в стационар зачастую не соответствовали критериям включения ЭКМО [96].

Обзорные данные из опубликованных исследований в период 2000-2016 гг. убедительно демонстрируют, что короткий интервал «низкого потока» («low-flow»), дефибрилируемый сердечный ритм, супранормальный уровень артериального рН и низкая концентрация лактата при поступлении в стационар ассоциированы с лучшими результатами для пациентов, подвергшихся ЭСЛР [69, 123]. В многоцентровом исследовании Рейнольдса в Северной Америке (2017 г.) с участием 11368 пациентов, перенесших клиническую смерть, 1237 из которых соответствовали критериям ЭСЛР, в результате применения которой 466 больных были выписаны из стационара. Лишь в 89 случаях отмечались серьезные неврологические последствия [113, 115].

В общенациональном ретроспективном исследовании применения ЭКМО в Японии, направленным на определение оптимального времени до начала ЭСЛР, проанализировано 303319 пациентов, 9433 которым применялась ЭСЛР в 697 стационарах. Было установлено, что выживаемость и время начала ЭКМО находятся в прямой зависимости. Самый высокий показатель выживаемости до выписки, который составил 35,1%, был получен в группе с длительностью от остановки кровообращения до начала ЭСЛР менее 5 минут, а самая низкая выживаемость была около 7,9% в группе с продолжительностью низкого потока более 90 минут. Общая выживаемость составила 20,5% [109].

В настоящее время частота положительных результатов после внебольничной остановки сердца (ВнеГОК) остается достаточно низкой, несмотря на достижения в области реаниматологии. Своевременная экстракорпоральная сердечно-легочная реанимация в условиях стационара — это обоснованное применение признанной технологии, которая обеспечивает большую эффективность, чем закрытый массаж сердца. Интервал времени между катастрофой и восстановлением кровообращения обратно пропорционален хорошим клиническим исходам в случае применения ЭСЛР. Догоспитальное проведение ЭСЛР одновременно с традиционной реанимацией является одним из подходов к сокращению этого интервала и улучшению результатов после ВГОК [122]. В тоже время, результаты лечения внегоспитальной остановки сердца путем применения внутригоспитальной ЭСЛР в ранние сроки позволяет повысить выживаемость до 40% по сообщениям отдельных центров [92, 99].

В 2022 г. большой обзор на тему шестнадцатилетнего опыта применения вено-артериальной ЭКМО (ВА ЭКМО) представили Саед и его коллеги из США, в котором исследовано 25621 случаев применения технологии. Выживаемость составила порядка 15%, некоторые пациенты нуждались в трансплантации сердца (2.5%) и продленном механическом кровообращении (6 %) [130].

Наиболее частые осложнения, упоминаемые современными авторами, связаны с сопутствующей экстракорпоральной мембранной оксигенации антикоагулянтной терапией и развившимися кровотечениями [80]. Частыми осложнениями являются кровотечения из области стояния канюль, особенно если в качестве метода катетеризации был выбран открытый способ с кожным рассечением. В группе канюлированных посредством методики Сельдингера геморрагические осложнения встречаются реже, но имеют место в случае неоднократных попыток пункции и дилатирования мягкой тканей. На втором месте – критическая ишемия нижней конечности со стороны стояния артериальной канюли, особенно если диаметр канюли равен или немногим меньше диаметра артерии [88].

Исследование Лейка и др. в 2013 г. на основании ретроспективного анализа 28 случаев ЭСЛР указывает на достаточно серьезную встречаемость развития гематом в области канюляции – более 30%. Ишемия нижней конечности со стороны стояния артериальной канюли случилась в 4%. Общая выживаемость пациентов, которым проводилась ЭСЛР составила 39,3% [99]. В проспективном обсервационном исследовании Маекавы и коллег, проведенном также в 2013 г., в когорте из 53 пациентов геморрагические осложнения встретились в 32,7%, а ишемия нижней конечности в 15,4%. Здесь же приведена статистика неудачных катетеризаций бедренных сосудов - 1,9% и инфекционных осложнений - 7%. Выживаемость в этом исследовании составила 29,2% в группе ЭСЛР и 8,3% в группе классической СЛР [103]. Ким и др. (2014) на основании анализа 55 случаев ЭСЛР сообщили, что геморрагические осложнения возникали в 27,3%, все они были связаны с канюляцией бедренных сосудов, ишемия нижней конечности была выявлена у 6,8% пациентов. Выживаемость в группах ЭСЛР/СЛР соответственно составила 14,5% и 9,9% [92]. Ли Джей Джей и др. (2016) ретроспективно исследовали 24 случая ЭСЛР. Кровотечение наблюдалась в 13 % случаев, а ишемия ноги – в 8,7 %. Также в данном исследовании было отмечено большое количество ранее

необозначенных осложнений: у 17,4 % были выявлены нарушения мозгового кровообращения и большое количество септических осложнений - 21,7 %. Выживаемость составила 43,5% [98]. В ретроспективном исследовании Ха и др. (2017) в группе из 35 пациентов кровотечение случилось в 37,1% случаев, а ишемия нижней конечности в 2,8% [81]. Кашиура и др. (2017) ретроспективно исследовали влияние ультразвуковой ассистенции и рентгеноскопического контроля на частоту осложнений канюляции при экстракорпоральной сердечно-легочной реанимации при внебольничной остановке сердца (73 пациента). В 23 случаях применялась ультразвуковая или рентгенологическая навигация, и достоверно было доказано, что частота осложнений канюляции значительно ниже в этой группе – 8,7%, в группе изолированной ультразвуковой поддержки без рентгеноскопии 50 случаев наблюдения – 36% осложнений. В этой группе в 8% случаев требовался переход к открытому доступу. Наиболее частым осложнением были кровотечение в области стояния канюль – 15 случаев. Катетеризация под контролем УЗИ и рентгеноскопии не увеличивала время до начала ЭКМО. Общая выживаемость пациентов в этом исследовании составила 19% [90]. Силами Охтани и соавторов в 2018г. проведено исследование, включавшее 102 пациента, которым проводилась ЭСЛР. Серьезные геморрагические осложнения имели место в 70% случаев, из них: область канюляции 49%, внутригрудное кровотечение 28%, желудочно-кишечные кровотечения 24%, брюшное кровотечение 14%, легочное кровотечение 10%, носовое кровотечение 7%. Основными предикторами геморрагических осложнений были определены: предшествующая антитромбоцитарная терапия (25% на фоне терапии и 3% без нее), количество тромбоцитов (среднее количество тромбоцитов в группе ЭСЛР, осложненной кровотечениями $125 \times 10^9/\text{л}$ против $155 \times 10^9/\text{л}$ в группе без геморрагических осложнений) и уровень D-димера при поступлении (медиана 18800 против 6700 мкг/л). Это исследование продемонстрировало убедительную связь между большим кровотечением и уровнем D-димера, связанного, наиболее вероятно, с массивным

фибринолизом [110]. Цзи-Гэ Го и др. (2021) проанализировали собственный опыт применения ЭКМО в рамках СЛР – 12 случаев. В 33,3 % случаев имелись геморрагические осложнения, в одном случае случилась острая ишемия конечности, но ногу удалось сохранить [80].

Мировая практика применения экстракорпоральной мембранной оксигенации в комплексе мероприятий сердечно-легочной реанимации в последние годы демонстрирует хорошие результаты: по данным на октябрь 2022 года из 12125 взрослых пациентов, которым применялась экстракорпоральная поддержка при остановке кровообращения выжило 3684 (30%), тогда как результатом реанимационных мероприятий без ЭКМО обеспечивают выживаемость лишь 3-9% [72, 123]. Согласно результатам исследований, посвященных использованию ЭКМО при внезапной сердечной смерти, выписке из стационара подвергаются в среднем 30-35% пациентов, и большинство выписанных не имеют тяжелых неврологических последствий [81, 115, 128, 146].

В завершении литературного обзора иностранных источников, описывающие опыт применения экстракорпоральных технологии спасения, необходимо отметить, что принцип определения показаний и противопоказаний к применению технологии практически во всех исследованиях базировался на схожих критериях, однако складывается впечатление о серьезных различиях принципов применения ЭСЛР и, соответственно, исходов. Более сжатые и лаконичные критерии применения ЭКМО в рамках СЛР развитых восточных стран (возраст, время до СЛР, время до ЭСЛР), демонстрируют несколько меньшую эффективность, нежели более развернутые критерии западного сообщества, что может указывать на необходимость более строгого определения возможности применения технологии. С другой стороны, большое количество строгих критериев затрудняет быстрое принятие решений, и потенциально может затягивать время до ЭСЛР.

1.3.2. Отечественный опыт применения ЭКМО при сердечно-легочной реанимации

Пониманию необходимости использования в нашей стране ЭКМО при критических состояниях способствовала эпидемия свиного гриппа [73, 75]. Более глубоко стал изучаться вопрос ЭСЛР. Так, в 2014 г. коллектив Санкт-Петербургских врачей провел экспериментальное исследование преимуществ ЭСЛР перед расширенной СЛР у 20 свиней. Показатели гемодинамики в группе ЭСЛР были приближены к физиологичным, в сравнении с показателями гемодинамики в группе расширенной СЛР, что, по мнению авторов, определяло исход реанимационных мероприятий [53]. В 2013 году Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН (Москва) представил опыт 15 лет применения ЭКМО в кардиохирургическом стационаре: 330 процедур ЭКМО у пациентов с критической сердечной недостаточностью, в том числе 4 случая ЭСЛР на фоне внутригоспитальной остановки кровообращения [7]. Наиболее частым показанием к подключению вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации являлась посткардиотомная дисфункция миокарда, частота которой составила 2-6% после кардиохирургических вмешательств.

Республиканском научно-практическом центре “Кардиология” г. Минск были ретроспективно проанализированы пациенты после кардиохирургических вмешательств. В группе пациентов, которым требовалось подключение ЭКМО в рамках борьбы с тяжелым посткардиотомным синдромом в ближнем послеоперационном периоде (17 пациентов), выживаемость составила 29,5%. Примечательно, что в группе пациентов, у которых ЭКМО инициировано еще «на столе» ввиду развития тяжелой сердечной недостаточности и невозможности отлучения от АИК, положительный результат был получен в 45,2%. Это подтверждает современное представление о том, что своевременное начало ЭКМО прямо коррелирует с увеличением выживаемости [58]. Этим же коллективом авторов были изучены методы разгрузки левого желудочка при вено-

артериальной ЭКМО и определены преимущества хирургического и консервативного подхода в лечении острой левожелудочковой недостаточности, возникшей в результате объемной перегрузки левого желудочка на фоне ЭКМО. Было доказано, в группе хирургической декомпрессии выживаемость выше (48,1%), чем в группе консервативной тактики (38,9%) [26].

Достаточно большое количество случаев применения ЭКМО в рамках СЛР встречается в педиатрической практике, но и здесь преимущественная область применения ЭКМО у детей – это область кардиохирургии. Исследование НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева в 2012 г. с участием 58 пациентов до 3 лет определило области применения ЭКМО у детей: сохраняющаяся потребность в искусственном кровообращении в раннем послеоперационном периоде - 72%, синдром низкого сердечного выброса в раннем послеоперационном периоде 14%. Выживаемость в данном исследовании составила 24% [6]. Успешный опыт применения ЭКМО ребенку 5 лет с тяжёлым инфекционным миокардитом продемонстрирован сотрудниками детской Республиканской клинической больницы Казани [40]. Описан клинический случай применения ЭСЛР у 10-ти месячного пациента с разрывом легочной артерии в результате баллонной вальвулодилатации клапана легочной артерии, осложнившейся тампонадой сердца и массивной кровопотерей. Пациент выжил, спустя 6 месяцев ребенок находился в хорошем клиническом состоянии, без неврологических последствий [17].

В 2016 г. коллектив федерального научного центра трансплантологии и искусственных органов им. В.И. Шумакова предоставил клинический случай применения вено-артериальной ЭКМО у пациентки 60 лет после трансплантации сердца по поводу дилатационной кардиомиопатии. Реакция отторжения сердечного трансплантата обусловила тяжелую сердечную недостаточность на 11 сутки послеоперационного периода. Результат применения технологии и исход лечения в данном случае успешный [29].

В исследовании ФНЦТИО им. акад. В.И. Шумакова от 2017 г. 149 потенциальным реципиентам сердца применили периферическую ВА ЭКМО в качестве «моста» к трансплантации сердца, в том числе в 5 случаях ЭКМО подключалось в рамках ЭСЛР. Дожили до трансплантации сердца 90.6% пациентов. Исследованы так же типичные осложнения: в 34.4% случаев при применении открытого хирургического доступа (29 пациентов) случились кровотечения в области канюляции. В 22,9% случаев применения пункционной канюляции потребовалась наложение дополнительных герметизирующего кисетных швов. Так же акцентировано внимание на своевременном начале экстракорпоральной поддержки до развития полиорганных нарушений [27].

В 2020 г. Федеральным центром сердечно-сосудистой хирургии г. Пензы представлен клинический случай экстракорпоральной сердечно-легочной реанимации с использованием аппарата АИК и стандартного оксигенатора при неэффективной расширенной СЛР, проводимой пациенту 49 лет в раннем послеоперационном периоде после маммарокоронарного шунтирования. Пациент выжил, тяжелых неврологических осложнений не наблюдалось [4]. Этим же коллективом авторов в 2019 г. ретроспективно исследованы 95 кардиохирургических больных, которым применялась ЭСЛР. В этом обзоре в качестве аппарата экстракорпоральной поддержки кровообращения так же применялся АИК. Выживаемость составила 39,1% [14].

Опыт применения ЭКМО краевой клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского Краснодарского края рассказывает о фатальном кровотечении из продольного линейного разрыва артерии бедра после вено-артериальной канюляции по поводу тяжелой сердечной недостаточности [2].

Коллективом московских врачей в 2022 г. представлен клинический опыт применения вено-артериальной ЭКМО девочке 9 лет, у которой развилась тяжелая полиорганная недостаточность на фоне детского мультисистемного воспалительного синдрома, ассоциированного с новой

коронавирусной инфекцией COVID-19. ЭКМО проводилось в течение 5 дней, результат положительный [24].

К сожалению, в отечественной практике ЭКМО остается маловостребованным методом спасения ввиду высокой стоимости и недостатка методического сопровождения технологии. Логистическая цепь спасения пациентов с ВСС как в стационарах, так и на догоспитальном этапе, как правило, не разработана, и не ориентирована на применение экстракорпоральных методик спасения пациентов в критическом состоянии [44, 48, 49]. 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 [3, 19], успешный опыт чего демонстрируют отечественные коллеги [10, 57], в том числе и у беременных [56]. Единичные публикации демонстрируют положительные результаты применения технологии в рамках протезирования сердечно-сосудистой функции у некардиохирургических больных [25, 28, 46], большая же часть сообщений повествует о внутригоспитальном применении технологии, преимущественно у пациентов кардиохирургического профиля [4, 6, 7, 14, 17, 27, 29, 58].

1.4. Применение перфузионных технологий в донорстве органов

1.4.1. Развитие нормативно-правового регулирования донорства органов

В 1985 году международной трансплантологической ассоциацией были предложены стандарты трансплантации почек от неродственных доноров, а в 1987 г. всемирной медицинской ассамблеей была подписана декларация по трансплантации органов [18]. В 1991 году Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) [11] были рассмотрены и одобрены принципы,

рекомендованные для использования при разработке региональных подходов в трансплантации органов и тканей человека. Вышеперечисленные принципы лежат в основе национальных законодательств большинства стран, в которых развивается трансплантология. Кроме того, разработан ряд документов, отражающих рекомендации по развитию органного донорства и трансплантации. Одним из таких актов является Стамбульская декларация, запрещающая трансплантационный туризм и торговлю органами, принятая участниками Стамбульского Саммита в 2008 году. Согласно декларации, каждая страна должна обеспечить своим гражданам предоставление органов для трансплантации в пределах своего населения или за счет региональной кооперации и гарантировать развитие и осуществление программ, предупреждающих дефицит донорских органов [43].

Принятый в 1992 год закон РФ №4180-1 «О трансплантации органов и/или тканей человека» соответствует принципам защиты прав и достоинства человека и Руководящим принципам ВОЗ, и является одним из основных нормативно-правовых актов, регулирующих трансплантационную и донорскую активность в России. Посмертное донорство органов организовано по модели презумпции согласия. Изъятие донорских органов у посмертного донора выполняется с разрешения главного врача медицинской организации и судебно-медицинского эксперта [15].

С целью предоставления актуальной информации в области донорства органов и тканей и их трансплантации в 1998 году был создан Международный регистр органного донорства и трансплантологии (The International Registry of Organ Donation and Transplantation IRODaT). Он позволяет в реальном времени отслеживать количество органных доноров и осуществленных трансплантаций. С 2008 года данные национального российского регистра включаются в общую базу. Мониторинг донорской и трансплантационной активности в РФ проводится под эгидой Профильной комиссии по трансплантологии Экспертного совета в сфере здравоохранения Минздрава России и Российского трансплантологического сообщества [133].

Кроме того, для работы в системе органного донорства медицинская организация должна получить соответствующую лицензию согласно постановлению Правительства РФ от 01.06.2021 N 852 «О лицензировании медицинской деятельности» [30] и должна быть включена в «перечень медицинских учреждений здравоохранения, осуществляющих забор, заготовку и трансплантацию органов и (или) тканей человека» согласно приказу Минздрава России и РАН № 307н/4 от 4.06.2015г. [35]. Приказом Минздрава России № 567н от 30 октября 2012 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по хирургии (трансплантации органов и (или) тканей человека)» регламентирована медицинская помощь по трансплантации органов в Российской Федерации, этапы оказания медицинской помощи, структуру и функции медицинских организаций и подразделений, оказывающих медицинскую помощь по профилю «трансплантология», а так же требования к их оснащению и штату [36].

При констатации смерти доноров используются инструкции по констатации смерти человека на основании диагноза смерти мозга и по критериям и порядку определения момента смерти человека, прекращению реанимационных мероприятий, утвержденные приказами Минздрава России на основании приказа Минздрава России № 908н от 25 декабря 2014 г «О Порядке установления диагноза смерти мозга человека» [32], Постановление Правительства РФ от 20 сентября 2012 г. N 950 "Об утверждении Правил определения момента смерти человека, в том числе критериев и процедуры установления смерти человека, Правил прекращения реанимационных мероприятий и формы протокола установления смерти человека" [31] и Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 28.12.2022) "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации", Статья 66. Определение момента смерти человека и прекращения реанимационных мероприятий [51] регламентируют момент определения смерти человека и прекращения реанимационных мероприятий.

Определение органов, возможных к использованию для трансплантации, регламентировано приказом Министерства здравоохранения РФ и Российской академии наук от 4 июня 2015 г. № 306н/3 "Об утверждении перечня объектов трансплантации" и включает 25 наименований органов и тканей [34]. Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 358 от 25 мая 2007 г. "О медицинском заключении о необходимости трансплантации органов и (или) тканей человека" утверждены инструкция о выдаче медицинского заключения о необходимости трансплантации органов и (или) тканей человека и учетная форма N 057-т/у "Медицинское заключение о необходимости трансплантации органов и (или) тканей человека" [33].

Растущий дефицит доноров как во всем мире, так и в России, приводит к широкому использованию органов от посмертных доноров с расширенными критериями во всем мире. Использование органов, полученных от умерших в результате внезапной внегоспитальной остановки кровообращения доноров, является одним из перспективных направлений решения этой проблемы. В эпоху значительной нехватки донорских органов это позволит значительно сократить лист ожидания [100].

1.4.2. Зарубежный опыт применения ЭЖМО при кондиционировании посмертного донора

Алексису Каррелу обычно приписывают как разработку техники сосудистого шва, так и его использования в трансплантации органов. Нобелевская премия, полученная им в 1912 г. за разработку этих методов была заслуженной, но на самом деле Каррел не был первым ни в том, ни в другом направлении. Матье Жабуле, заведующий отделением хирургии в Лионе, где обучался Каррел, и немецкий хирург Юлиус Дёрфлер представили технику сшивания кровеносных сосудов через всю толщину сосудистой стенки [70, 89]. Каррел принял этот метод только десять лет

спустя по совету Чарльза Гатри, однако изначально выступал за наложение швов частичной толщины. Технически успешные пересадки почек впервые были выполнены не Каррелем, а Эмерихом Ульманом, который в 1902 г. провел аутотрансплантацию собаке и ксенотрансплантацию от собаки к козе [137]. Тем не менее, это позволило развиваться трансплантологии естественным образом, и в 1933 г. советский хирург Юрий Юрьевич Вороной провел первую трансплантацию почки от человека человеку, к сожалению, безуспешную, как и четыре последующие трансплантации почек, которые были выполнены в период с 1933 по 1949 г. Опубликованный на русском языке, этот опыт оставался неизвестным на Западе до 1950-х гг. [139].

Большое количество исследований в трансплантологии того времени наткнулась на «реакцию трансплантат против хозяина» и лимфоцитарный механизм этого феномена стал ясен лишь к 1954 г. Джозеф Мюррей преодолел барьер отторжения, используя однояйцевого близнеца пациента в качестве донора трансплантата человеческой почки [86], а в 1955 г. Джоан Мейн и Ричмонд Прен доказали, что ослабление иммунной системы взрослых мышей радиацией позволяет побороть реакцию отторжения, но имеет серьезные побочные эффекты [104]. Немаловажную роль в развитии трансплантологии сыграли работы о гистосовместимости, а также открытие в 1958 г. Жаном Доссе человеческого лейкоцитарного антигена (HLA) [67].

До середины 1960-х гг. использовались лишь почки умерших «сердечной смертью» доноров, что было достоверным свидетельством смерти. В течение следующих нескольких лет возникло постепенное, хотя и противоречивое, признание того, что необратимая потеря функции мозга также является формой смерти и позволяет извлекать органы из «трупа с бьющимся сердцем». В 1968 г. «Гарвардский специальный комитет по смерти мозга» опубликовал свою рекомендацию считать необратимую потерю функции мозга смертью [97]. Беспокойство по поводу того, что на это могло повлиять желание трансплантологов извлекать органы у пациентов, которых возможно было бы спасти, и критика по поводу плохих

результатов первых трансплантаций сердца, которые проводились в тот же период, вызвали споры по поводу этой концепции. Но, в конце концов, смерть мозга стала общепризнанной, что стало решающим фактором увеличения числа трансплантаций, особенно внепочечных органов. Параллельно с этим развивалась и иммуносупрессивная терапия. Сменяющие друг друга азатиоприн (1954 г.), циклоспорин (1976 г.), такролимус (1989 г.) существенно снизили количество неблагоприятных посттрансплантационных реакций [61].

В 1986 г. в Барселоне впервые в мире реализована программа по изъятию почек у асистолических доноров с применением перфузионных технологий. Техника органосохранения подразумевала использование перфузии *in situ* через двухбаллонный внутриаортальный катетер, однако доля донорских почек с отсроченной функцией почечного трансплантата была достаточно высокой. В конце 90-х годов XX века для минимизации повреждений, получаемых донорскими почками в результате тепловой ишемии, эта же группа авторов стала использовать метод тотального охлаждения тела донора путем подключения к аппарату искусственного кровообращения. Следующим шагом группы исследователей из Барселоны стало применение экстракорпоральной перфузионной технологии в условиях нормотермии (37°C), что продемонстрировало положительные результаты с точки зрения органосохранения и последующей функции трансплантата [20]. Опираясь на этот опыт, группа исследователей из Мичигана также применила экстракорпоральные технологии для сохранения донорских органов, результатом чего стала трансплантация 7 печеночных трансплантатов и 1 поджелудочной железы без существенных осложнений [138].

Применение ЭКМО для сохранения органов *in situ* в контексте посмертного донорства во всем мире все же остается ограниченным. В европейских странах число пациентов с внегоспитальной остановкой кровообращения в значительной степени помогло преодолеть дефицит

донорских органов. В 1995 г. в Маастрихте (Нидерланды) была принята классификация, разделившая доноров с небыющим сердцем (ДНС) на целевые категории с введением понятий «контролируемое» и «неконтролируемое» донорство [54, 94]. Как позитивный пример была приведена работа донорской программы в Лиссабоне (Португалия) в течение 2-летнего периода, где потенциальными посмертными донорами рассматривались 58 пациентов, из которых эффективными стали 13 (22.4%) [108].

Интересные данные в систематическом обзоре были представлены Ридом (Северная Каролина, США), результаты которого были опубликованы в 2022 г. Исследование систематизировало данные из 23 литературных источников, опубликованных с 2000 по 2020 гг. Был изучен 461 донор почек, которым применялась ЭКМО с целью сохранения органов. Общая 12-месячная смертность реципиентов составила 1,3%, большинство осложнений (61,5%) представлены отсроченной функцией трансплантата [114].

Итальянская практика органного донорства так же сообщает о существенном дефиците донорских органов. Результатом 11 лет работы протокола органного донорства стало 58 реципиентов почек. Результаты указывают на хорошие клинические последствия трансплантации почек от посмертных доноров, несмотря на длительный период «non-flow», и показывают, что ЭКМО на раннем этапе улучшает исход трансплантата, предлагая посмертное донорство в качестве источника для расширения пула [78].

Общее количество посмертных доноров в Швейцарии в год увеличилось с 91 в 2008 г. до 145 в 2017 г., достигнув за исследуемый период 1116. Общее количество органов, пересаженных от пациентов с внезапной сердечной смертью, составило 3763. Из них 48% представлены почками (1814 органа), 24% печенью (903), 12% легкими (445), 9% сердцем (352) и 7% поджелудочной железой или островками поджелудочной железы. Эффективность посмертного донорства в Швейцарии показала рост

числа доноров +69% за указанный промежуток времени во многом благодаря экстракорпоральным технологиям [142].

В Канаде показатели посмертного донорства неуклонно растут с момента внедрения национальные рекомендаций по донорству после смерти от сердечно-сосудистых заболеваний. Тем не менее, хотя показатель 20,6 умерших доноров на миллион населения в 2018 г. представляет собой увеличение на 46% по сравнению с уровнем 2008 г., возможности органного донорства значительно отстают от потребностей. Ограничение посмертного изъятия органов после смерти от кардиальных причин рассматривается как упущение возможностей [122, 131].

1.4.3. Отечественный опыт применения ЭКМО при кондиционировании посмертного донора

В 2018 г. в Санкт-Петербурге впервые была внедрена модель перехода от ЭКМО-поддержки жизни пациентов после внегоспитальной остановки кровообращения к ЭКМО-жизнеобеспечению органов потенциальных посмертных доноров [21]. Трехлетний опыт использования у посмертных асистолических доноров метода сохранения кровообращения с помощью методики ВА-ЭКМО, опубликованный в 2021 г., продемонстрировал, что он позволяет значимо удлинить время сохранения жизнеспособности органов посмертного потенциального донора, что в свою очередь обеспечивает увеличение пула эффективных доноров за счет умерших вследствие внезапной остановки кровообращения. Внедрение метода ведет к увеличению числа выполняемых в Российской Федерации трансплантаций почки и печени, что, безусловно, определяет его клиническую и экономическую актуальность. В рамках трехлетнего исследования (2020-2022 гг.) в Санкт-Петербурге выполнены 5 трансплантаций печени от асистолических доноров (АСД), посмертное поддержание кровообращения у которых проводилось с помощью ЭКМО (ЭКМО-АСД посредством аппарата

ЭКМО RotaFlow (Maquet, Германия)). Пересадка почки была выполнена 22 пациентам. Немедленная функция трансплантата имела место у 10 (45,45%), отсроченная - у 12 (54,55%) пациентов. Выживаемость почечных трансплантатов составила 86,4%, реципиентов почечного трансплантата - 95,5%, реципиентов и печеночного трансплантата - 80%, период наблюдения составил $24,1 \pm 7,15$ месяца [38].

Резюме

Исторически развитие медицины неразрывно связано с появлением и внедрением новых технологий. Эффективность сердечно-легочной реанимации повышалась по мере привлечения различных современных для своей эпохи устройств. Неоспорима роль ЭКМО при внезапной внегоспитальной сердечной смерти, резистентной к привычным реанимационным мероприятиям. В различных центрах выживаемость пациентов, выписываемых из стационара колеблется от 6 до 59 %, в то время как без использования перфузионных технологий число больных с положительным исходом лечения мало. Даже догоспитальное восстановление спонтанного кровообращения не обеспечивает хорошие результаты лечения пациентов в госпитальном периоде. В случае же эффективных, но безуспешных догоспитальных реанимационных мероприятий стационарному звену остается лишь повторять реанимационный протокол, зачастую безрезультатно, хоть и имея возможность минимального диагностического расширения. Протокол лечения и диагностики пациентов с восстановленным ритмом не представляет в настоящее время существенных трудностей и достаточно изучен, в то время как пациент с безуспешными догоспитальными реанимационными мероприятиями ставит перед стационаром серьезную задачу по диагностике и лечению. Возможность спасения такого пациента нередко рассматривается скептически, реанимационные мероприятия

продолжаются в полном объеме до констатации биологической смерти [3, 47].

Распространению технологии ЭКМО в нашей стране препятствует ряд существенных факторов. Высокая стоимость аппаратуры и расходных материалов зарубежного производства, серьезные требования к мониторингу пациента на ЭКМО, отсутствие коллективного опыта применения технологии вынуждает отказываться от данного инвазивного и агрессивного метода лечения, и придерживаться традиционной терапии. Применение технологии ЭКМО требует от персонала стационара серьезной подготовки и решения, в первую очередь, логистических проблем. Преемственность между догоспитальным и стационарным периодами определяет прогноз для выживания пациентов, доставленных в ходе реанимационных мероприятий. В крупном многопрофильном стационаре, не имеющем в своей структуре стационарное отделение скорой медицинской помощи, такие пациенты будут госпитализироваться сразу в отделение реанимации, которое и без этого работает с избыточной нагрузкой [45].

Медицинскому персоналу, часто вследствие отсутствия полного понимания правовой информации и четких алгоритмов действий, зачастую сложно определить объем прижизненных и посмертных мероприятий, которые могут позволить обеспечить комплексное решение вопросов, как реаниматологии, так и трансплантологии.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материалы исследования

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

Исследование выполнено на кафедре скорой медицинской помощи и хирургии повреждений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова Министерства здравоохранения Российской Федерации (заведующий кафедрой – Заслуженный врач Российской Федерации, д.м.н., профессор Миннуллин И.П.) и на клинической базе стационарного отделения 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 (ректор университета - д.м.н., профессор, академик РАН, главный внештатный специалист по скорой медицинской помощи Минздрава Российской Федерации Багненко С.Ф.), и на базе Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская станция скорой медицинской помощи» (главный врач - д.м.н., заслуженный врач РФ, президент Ассоциации руководителей скорой медицинской помощи Бойков А.А.).

Выбор СтОСМП университетской клиники для создания Центра по лечению был обусловлен тем, что сочетание возможностей клинической, учебной и научной баз Университета позволяло не только внедрять нововведения, но и осуществлять обучение медицинского персонала исходя из современных представлений о помощи таким больным.

Для достижения цели исследования и решения поставленных задач была определена программа исследования (таблица 1). Субъектом исследования являлись пациенты с внезапной остановкой кровообращения. Объект – 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 ЭСЛР в рамках помощи таким пациентам, данные о которых фиксировались в специальной «Карте пациента с внезапной сердечной смертью» (Приложение А) и случаи применения ЭКМО с целью сохранения органов трупа, данные о которых содержатся в «карте трупа-донора» (Приложение Ж).

Таблица 1.

Программа исследования.

1 этап – изучение литературных источников, нормативно-правовой базы оказания первой помощи, первичной медико-санитарной помощи, скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи - 164 источника		
2 этап – разработка дизайна исследования, выбор объектов и базы исследования, разработка первичных учетных документов		
База исследования	Стационарное отделение скорой медицинской помощи НИИ хирургии и неотложной медицины ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им.И.П. Павлова, Санкт-Петербургское	Количество единиц наблюдения

Продолжение таблицы

	государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская станция скорой медицинской помощи»	
Разработанные и использованные учетные документы	Медицинская карта стационарного больного (ПСПбГМУ им. И.П. Павлова, 2017-2022 гг.)	109
	«Карта пациента с внезапной сердечной смертью»	109
	«Карта трупа-донора»	26
3 этап – сбор материала		
Набор пациентов	Госпитализация пациентов с ВнеГОК бригадами СПб ГС СМП в СтОСМП ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им.И.П. Павлова	
Заполнение разработанных учетных документов	Медицинская карта стационарного больного (ПСПбГМУ им. И.П. Павлова, 2017-2022 гг.) – 109; Карта пациента с внезапной сердечной смертью – 109. Карта трупа-донора – 26.	
4 этап – обработка полученных данных		
Область исследования	Источники информации	Методы исследования
Современный подход к оказанию помощи при ВСС	164 источника	Историко- аналитический и контент-анализ

Структура пациентов с ВнеГОК, объем проводимых им лечебных мероприятий на всех этапах оказания помощи	Медицинская карта стационарного больного (ПСПбГМУ им. И.П. Павлова, 2017-2022 гг.)	Корреляционный анализ, контент-анализ, апостериорный анализ, метод сравнения средних
Применение ЭСЛР	«Карта пациента с внезапной сердечной смертью»	контент-анализ
Применение ЭКМО в кондиционировании	«Карта пациента с внезапной сердечной смертью»	контент-анализ
5 этап – анализ полученных результатов, создание алгоритма применения ЭКМО при ВСС в СтОСМП, формулировка выводов, разработка практических рекомендаций.		
Общее количество единиц наблюдения		391

В работе над данным исследованием были проанализированы и изучены следующие материалы:

1. литературные источники (монографии, статьи), нормативно-правовые документы – 147;
2. Медицинская карта стационарного больного (ПСПбГМУ им. И.П. Павлова, 2017-2022 гг.) -109;
3. «Карта пациента с внезапной сердечной смертью» (приложение А) - 109;
4. «Карта донора-трупа» - 26 – (приложение Ж).

Количество единиц наблюдения перечисленных выше составило 389. Углубленному анализу подверглись 42 «Карты пациента с внезапной сердечной смертью» (16 случаев ЭСЛР, 26 попыток применения ЭКМО при

посмертном донорстве). Оценивались различные признаки, в том числе время эвакуации в догоспитальном периоде, тяжесть состояния пациента при поступлении, объем лечебно-диагностических вмешательств и их результаты, применение ЭКМО, исход оказания помощи.

В работе использовался историко-аналитический и контент-анализ, хронометраж, методы статистической обработки.

Первым этапом исследования была обработка текстового массива данных с целью всестороннего изучения 147 различных российских и иностранных информации (нормативно-правовые акты, монографии, статьи, интернет-ресурсы, материалы конференций и проч.), при этом существенная часть их относится к периоду 2017-2022 гг. - 47 научных трудов

Вторым этапом была разработка дизайна исследования, выбор базы и объектов исследования, разработка первичных учетных документов.

Ключевым документом, предназначенным для фиксации всей информации о каждом конкретном случае в ходе исследования, стала разработанная «Карта пациента с внезапной сердечной смертью». В данной учетной форме фиксировались такие данные как паспортные данные пациента, номер истории болезни и дата госпитализации, длительность эвакуации в стационар, длительность госпитализации (койко-дней), клинический диагноз, операции, данные анамнеза, неврологический статус, данные инструментальных и лабораторных исследований, длительность применения ЭКМО и осложнения применения технологии. Так же в карте указывался исход госпитализации и результаты аутопсии.

Третим этапом стало заполнение разработанных карт и обработка данных, накопленных за время работы Центра. Рутинное использование в повседневной практике медицинской информационной системы (МИС) qMS обеспечило сохранение данных и их последующую систематизацию и анализ за счет встроенного аналитического функционала, что позволило выявить причинно-следственные связи в структуре электронной медицинской карты.

В ходе **четвертого этапа** осуществлялась статистическая обработка полученных данных, что позволило в последующем, на **пятом этапе** исследования, выполнить анализ результатов, комплексно оценить эффективность ЭСЛР, в том числе предложенные критерии работы, сформулировать выводы, разработать практические рекомендации.

2.2. Технологии, примененные в исследовании

Эффективная работа, направленная на спасение пациентов с рефрактерной внегоспитальной остановкой кровообращения, подразумевает круглосуточную доступность полного спектра современных лечебно-диагностических возможностей, что возможно лишь в условиях многопрофильного стационара. Помимо применения стандартного для такой ситуации набора технологий, таких как дефибриляция и искусственная вентиляция легких и других вспомогательных устройств, например монитор и шприцевой дозатор, в рамках работы Центра рутинно применялись дополнительные методы диагностики и лечения.

В рамках расширения прикроватных возможностей диагностики врачом СтОСМП проводился ультразвуковой скрининг портативным аппаратом Vscan, который представляет собой мобильное устройство малого размера с аккумуляторной батареей. Выполнение данного исследования возможно без привлечения узкого специалиста и направлена на выявления грубых морфологических изменений. Портативная ультразвуковая система позволяет провести прицельное исследование сердца, грудной и брюшной полости, а так же незаменима при пункции и катетеризации центральных и периферических сосудов.

Применение аппарата механической компрессии грудной клетки LUCAS-II (фото 1), позволило обеспечить эффективный закрытый массаж сердца с постоянной частотой и глубиной продавливания грудины. Автоматические компрессии на всем протяжении оказания помощи пациенту

с момента начала оказания первой помощи на месте происшествия, во время транспортировки в стационар, а также в самом стационаре позволяют обеспечить стабильное кровообращение, в том числе, при выполнении чрескожного вмешательства. Устройство является рентген-прозрачным (за исключением поршня), что не препятствует выполнению рентгеноскопических исследований не прерывая компрессии грудной клетки.



Фото 1. Аппарат LUCAS II

Важным компонентом для реализации механизма спасения пациентов с рефрактерной остановкой кровообращения стало наличие технологии экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) в стационаре как составляющей комплекса расширенной СЛР. С этой целью в работе использовались аппараты ЭКМО Rotaflow (фото 2) и Ex-stream (фото 3), которые имеют схожие технические характеристики и назначение. Аппарат ЭКМО состоит из модуля управления и мониторинга и электромагнитного привода. Управление происходит с помощью поворотного механизма, управляющего скоростью оборотов электромагнитного привода и позволяет титровать скорость экстракорпорального потока крови. В аппарате отечественного производства Ex-stream реализованы более широкие возможности мониторинга: встроенные датчики давления, сатурации и температуры экстракорпорального контура. Технические характеристики

аппарата позволяют обеспечивать скорость вращения центрифужной головки до 5000 оборотов в минуту, поток до 7 литров в минуту, при этом устройство имеет серьезные преимущества по своим массогабаритным характеристикам, так как вес его незначительно превышает 3 кг, благодаря чему оно может применяться для внутригоспитальной транспортировки пациента в состоянии клинической смерти при ЭСЛР.



Фото 2. Rotaflow.



Фото 3. Ex-stream

Для обеспечения вено-артериального экстракорпорального кровотока применялась специальная система магистралей с оксигенатором и центрифужной головкой. Вся площадь внутренней поверхности системы магистралей покрыта биосовместимым гепаринизированным покрытием для снижения повреждающего воздействия механического кровообращения. Мембранный оксигенатор состоит из полимерных материалов, а основным элементом оксигенатора является прочная композиционная мембрана. Попарно соединенные мембраны образуют камеры тока газа, формирующие между собой камеры тока крови, за счет чего реализуется газообменная функция при непрямом контакте кислорода и крови. Обеспечение потока крови основано на взаимодействии центрифужной головки и насоса аппарата ЭКМО по механизму электромагнитной муфты.

2.3. Методы статистической обработки

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. Количественные показатели оценивались по предмету, соответствующему нормальному распределению, для этого использовались критерии Шапиро-Уилка (при использовании принципов менее 50) или критерий Колмогорова-Смирнова (при рассмотрении принципов более 50).

В случае описания количественных показателей, характерных для нормального населения, полученных данных объединяются в вариационные ряды, в которых встречаются расчеты средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границы 95% доверительного интервала (95% ДИ). Совокупность объемных показателей, встречающихся в отличие от нормального, описывались при помощи показателей медианы (Me) и крупных и верхних квартилей ($Q1-Q3$).

Номинальные данные описываются с указанием абсолютных значений и процентных долей.

При оценке средней величины в нормально распределенных совокупностях количественного значения рассчитывался t -критерий Стьюдента по формуле:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

где: M_1 и M_2 – сравнимые средние величины, m_1 и m_2 – стандартные ошибки средние величины, соответственно.

Полученные значения t -критерия Стьюдента оценивались путем сравнения с вычисленными значениями. совокупности показателей

Для сравнения отдельных совокупностей случаев определения признаков нормального распределения используемых данных U-критерий Манна-Уитни. Из-за этого в совокупности возникает ранжированный ряд из воспалений, сопоставляющих выборок, расщепление их элементов по степени нарастания признака и приписав меньшему количеству случаев меньший ранг. Затем разделены среднеранжированные ряды на два, состоящие соответственно из расчета первой и второй выборок, в каждом из которых отдельно подсчитываются суммы рангов. После этого рассчитывают значение U-критерия по формуле:

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x$$

где n_1 – количество элементов в первом выборе, n_2 – количество элементов во втором выборе, n_x – количество элементов в большей выборке, T_x – количество рангов в большей выборке.

Сравнение статистических показателей проводилось с помощью помощи χ^2 Пирсона, позволяющего оценить статистические данные о статистических показателях исходов или наблюдаемых статистических показателях выборки, обнаруживающихся в каждом случае, и предполагаемых прогнозах, которые можно ожидать в критической зависимости от наблюдаемых показателей при внезапном отклонении от нормы.

Выявляется случайная оценка количества выявленных случаев в каждой из возможных ситуаций при возникновении справедливой нулевой гипотезы об отсутствии взаимосвязи. Для этого перемножались суммы рядов и столбцов (маргинальных итогов) с последующим делением полученного произведения на общее число волокон .

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

где i – номер строки (от 1 до r), j – номер столбца (от 1 до c) O_{ij} – фактическое количество повышенной плотности в ячейке ij , E_{ij} – числовое значение плотности в ячейке ij .

Критерий χ^2 сравнивался с полученными значениями для $(r - 1) \times (c - 1)$ числа степеней свободы. В том случае, если получено значение критерия χ^2 превышало критическое, было сделано заключение о наличии статистической взаимосвязи между тревожным риском и исходом при выявлении уровня заболеваемости.

В тех случаях, когда число выявленных поражений в любой из ячеек четырехпольной таблицы было менее 5, для оценки уровня поражения различных точных критериев Фишера, который рассчитывался по формуле:

$$P = \frac{(A + B)! \cdot (C + D)! \cdot (A + C)! \cdot (B + D)!}{A! \cdot B! \cdot C! \cdot D! \cdot N!}$$

где A, B, C, D – фактический потенциал в ячейках таблицы результатов, N – общий принцип использования, ! – факториал, который производится равным числом последовательности чисел, каждый из которых уменьшается на 1.

Получение значения достоверного критерия Фишера P более 0,05 свидетельствовало об отсутствии выявления значимых особенностей. Значение P менее 0,05 – об их наличии.

Для оценки диагностической оценки количества выявленных признаков при прогнозировании исхода, с учетом вероятности исхода, ожидаемой с помощью регрессионной модели, применяется ROC-кривая. С ее помощью оценивалось различное различительное значение количественного признака, позволяющее классифицировать пациентов по степени риска исхода, обладающее параметрами чувствительности и специфичности. Качество прогностической модели, полученной расчетным методом, оценивалось исходя из значений величины под ROC-кривой со стандартной ошибкой и 95% доверительным интервалом (ДИ) и уровнем статистической восприимчивости.

ГЛАВА 3. ВЕДЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ВНЕЗАПНОЙ ВНЕГОСПИТАЛЬНОЙ ОСТАНОВКОЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ В СТАЦИОНАРНОМ ОТДЕЛЕНИИ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ (результаты собственных наблюдений)

3.1. Ведущие медико-статистические и лабораторные характеристики пациентов, поступивших с внезапной остановкой кровообращения в стационарное отделение скорой медицинской помощи

Нами было проанализировано 109 случаев госпитализации пациентов с внегоспитальной остановкой кровообращения за период 2017-2022гг. Все пациенты были доставлены бригадами скорой медицинской помощи в состоянии клинической смерти на фоне продолжающихся реанимационных мероприятий с применением транспортного аппарата ИВЛ Weinmann medumat (WEINMANN Medical Technology) и электромеханического кардиомассажера LUCAS-II (Physio Control). В СтОСМП мероприятия сердечно-легочной реанимации продолжали в полном объеме с учетом рекомендаций Европейского сообщества по сердечно-легочной реанимации [39] в течение минимум 30 минут до восстановления самостоятельной сердечной деятельности, принятия решения о начале ЭКМО или констатации биологической смерти. Проведение компрессий грудной клетки продолжали с помощью кардиомассажера LUCAS-II, искусственную вентиляцию легких проводили аппаратом Hamilton C2 (Hamilton Medical).

Средний возраст пациентов составил $52,6 \pm 1,5$ лет, наибольшая часть больных – это пациенты наиболее работоспособного возраста до 60 лет – 72 случая ВСС. Подавляющее большинство доставленных были мужского пола (81 мужчина и 28 женщин) (табл. 2)

Наиболее часты местом происшествия являлась домашняя обстановка – 42 случая. В 35 случаях остановка кровообращения произошла в общественном месте, из них 24 на улице, 4 в метро и 7 в медицинском учреждении. На рабочем месте случились 16 эпизодов внезапной смерти. На

фоне спортивной физической нагрузки развились 6 остановок кровообращения. В 10 случаях внезапная смерть случалась в иных местах (на рыбалке, в местах общепита и т.д.).

Таблица 2.

Половозрастная характеристика пациентов с внезапной сердечной смертью.

Возраст, лет	Мужчины	Женщины	Общее число
21-30	4	5	9
31- 40	18	5	23
41-50	15	4	19
51-60	18	3	21
61-70	18	6	24
71-80	7	3	10
80 лет	1	2	3

В общей сложности 97 раз остановка кровообращения происходила при непосредственном наличии свидетеля или свидетелей, из них в присутствии бригады скорой медицинской помощи в 23 случаях. Из 74 эпизодов ВСС в присутствии свидетелей лишь 32 раза СЛР инициировалась ими до приезда СМП. В 9 случаях умерший был обнаружен без признаков жизни случайными прохожими или родными по истечении неизвестного количества времени, но без признаков биологической смерти, а трижды достоверные данные о наличии свидетеля смерти отсутствовали в медицинской документации.

В 34 случаях имелись анамнестические данные или догоспитальное представление о пациенте. При остановке кровообращения в присутствии СМП сбор анамнеза проводился непосредственно у пациента, насколько это позволяла тяжесть состояния. В 9 эпизодах было указание на ангинозный характер предшествующих катастрофе жалоб, которые больной предъявлял, и/или данные ЭКГ до остановки кровообращения, и вероятный диагноз «острый инфаркт миокарда» определял дальнейшую тактику. Стоит

отметить, что впоследствии это было подтверждено клиническими, инструментальными и лабораторными данными (9), а так же результатами аутопсии у всех 8 умерших (за исключением аутопсии 1 выжившего в этой группе пациента). Также частыми догоспитальными диагнозами являлись различные онкологические заболевания без достоверного указания на характер и стадию, желудочно-кишечное кровотечение, анафилактический шок, вероятное отравление алкоголем и суррогатами, наркотическими веществами. В 11 случаях сформулировать догоспитальную диагностическую гипотезу не удалось, предоставленные свидетелями или доставившей пациента бригадой скорой медицинской помощи данные достоверно интерпретировать было невозможно.

У 22 больных удалось добиться догоспитального восстановления спонтанной сердечной деятельности. В 6 случаях сердечно-легочная реанимация проводилась СМП, в 3 – медицинскими работниками (внезапная сердечная смерть в медицинской организации), в 13 – иными свидетелями. Тем не менее, у 13 пациентов остановка кровообращения рецидивировала, в 5 случаях - неоднократно.

При медицинской эвакуации большинством бригад (104 пациентов) применялись устройства для электромеханического непрямого массажа сердца, 4 раза в ходе транспортировки осуществлялся непрямой массаж сердца ручным способом. Один пациент был доставлен в СтОСМП силами свидетеля без проведения СЛР.

Среднее время эвакуации всех пациентов составило 64.7 ± 3.1 мин. В одном случае остановка кровообращения развилась в момент поступления пациентки в СтОСМП. Значительная задержка (100-240 минут) эвакуации пациента наблюдалась в 14 случаях, и лишь однажды была связана с технической невозможностью скорейшей доставки в стационар. Длительный догоспитальный период не был связан с географическими особенностями, а определялся затяжными лечебными мероприятиями на месте.

Стоит отметить, что 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, что значительно увеличивало интервал времени от момента остановки кровообращения до госпитализации в стационар и последующему расширению лечебно-диагностических мероприятий. Среднее время эвакуации силами одной бригады составило 56.9 ± 3.4 мин, что достоверно ($p < 0,05$) отличалось от такового при работе двух и более бригад скорой медицинской помощи, которое достигало 75.3 ± 5.4 мин. Нами была выявлена прямая взаимосвязь между длительностью догоспитального периода и прогнозом выживаемости (рис. 1).

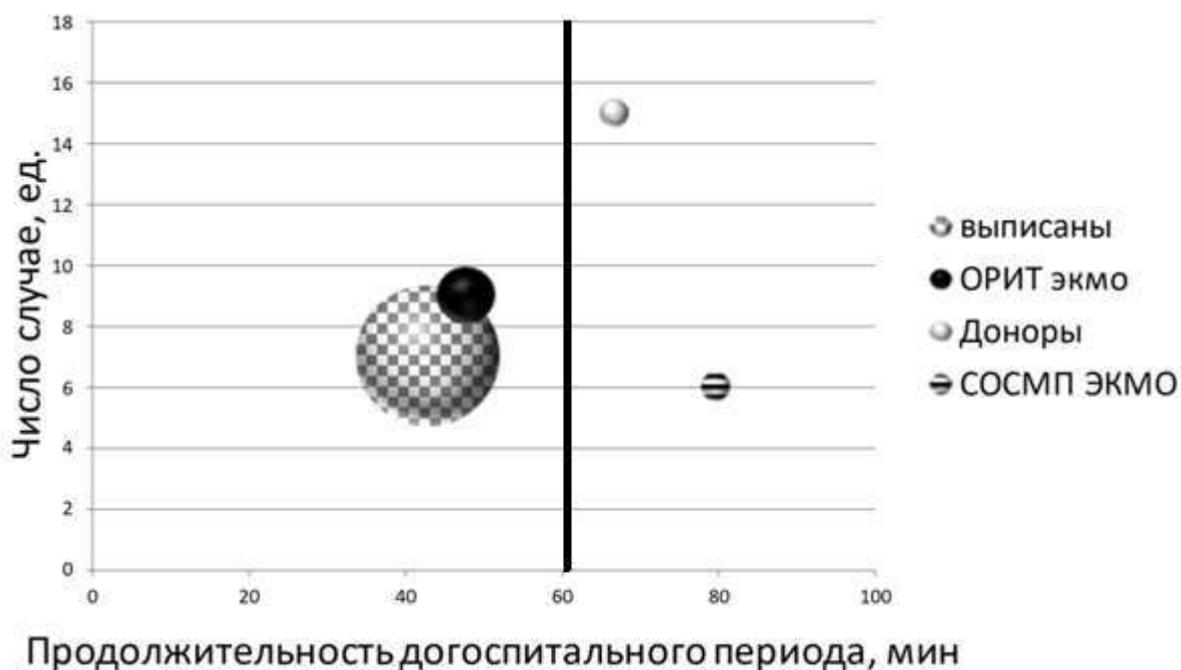


Рисунок 1. Зависимость продолжительности догоспитального периода и выживаемости пациентов в исследуемой группе.

Продолжительность догоспитального периода выписанных из стационара пациентов составила 42.7 ± 9.6 мин (шахматный пузырь). Средняя продолжительность внегоспитальных реанимационных

мероприятий в тех случаях, когда ЭСЛР в стационаре применялась эффективно с последующим восстановлением сердечного ритма, была 47.7 ± 6.7 мин (черный пузырьек). В то же время длительность эвакуации пациентов, умерших в первые сутки несмотря на применение ЭСЛР, достигала 79.5 ± 11.9 мин (полосатый пузырьек), что достоверно дольше в сравнении с группами выживших пациентов, упомянутых выше ($p < 0,05$). Время догоспитального периода умерших, которые впоследствии могли быть рассмотрены как посмертные потенциальные доноры, составила 66.3 ± 3.3 мин.

Наиболее часто при поступлении зарегистрированы недефибрилируемые ритмы: 49 эпизодов асистолии и 19 – идиовентрикулярный ритм в варианте электромеханической диссоциации. «Шоковые» ритмы при поступлении зафиксированы в 20 случаях (фибрилляция желудочков – 16, желудочковая тахикардия 4). Резистентные к стандартным методам лечения дефибрилируемые ритмы наблюдались десять раз. Все эти случаи представлены фибрилляцией желудочков.

При оценке «признаков жизни» учитывалось наличие реакции на интубационную трубку, фотореакции зрачков, сохранение роговичного рефлекса, отсутствие двустороннего мидриаза, спонтанные попытки вдоха, координированные движения конечностей в ответ на болевые раздражители. Наличие одного или сразу нескольких рефлексов наблюдалось у 22 пациентов.

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. 2). Чем длительнее был догоспитальный период, тем более выражены были признаки, свидетельствующие о поражении почек (креатинин), печени

(АЛТ), тканевой гипоперфузии (лактат артериальной крови), стресс-индуцированной декомпенсации (глюкоза).

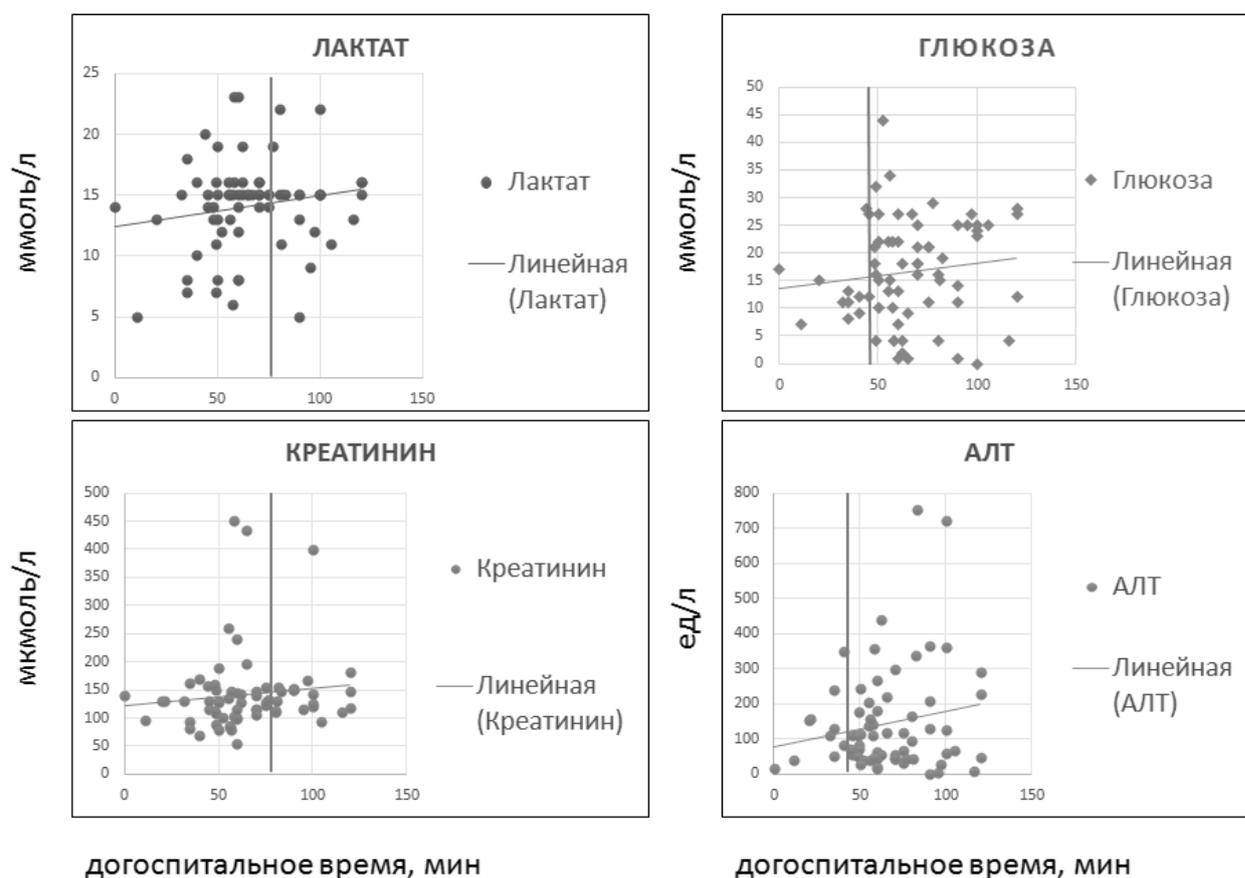


Рисунок 2. Взаимосвязь некоторых лабораторных показателей и продолжительности догоспитального периода у пациентов с внезапной сердечной смертью.

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. 3). Эти данные вступают в некоторое противоречие с критериями оценки возможности применения ЭСЛР, предлагаемыми ELSO. Тем не менее, с учетом постоянного уточнения лабораторных маркеров применения технологии, по нашему мнению роль рН в прогнозировании исхода в данной группе пациентов играет важную роль.

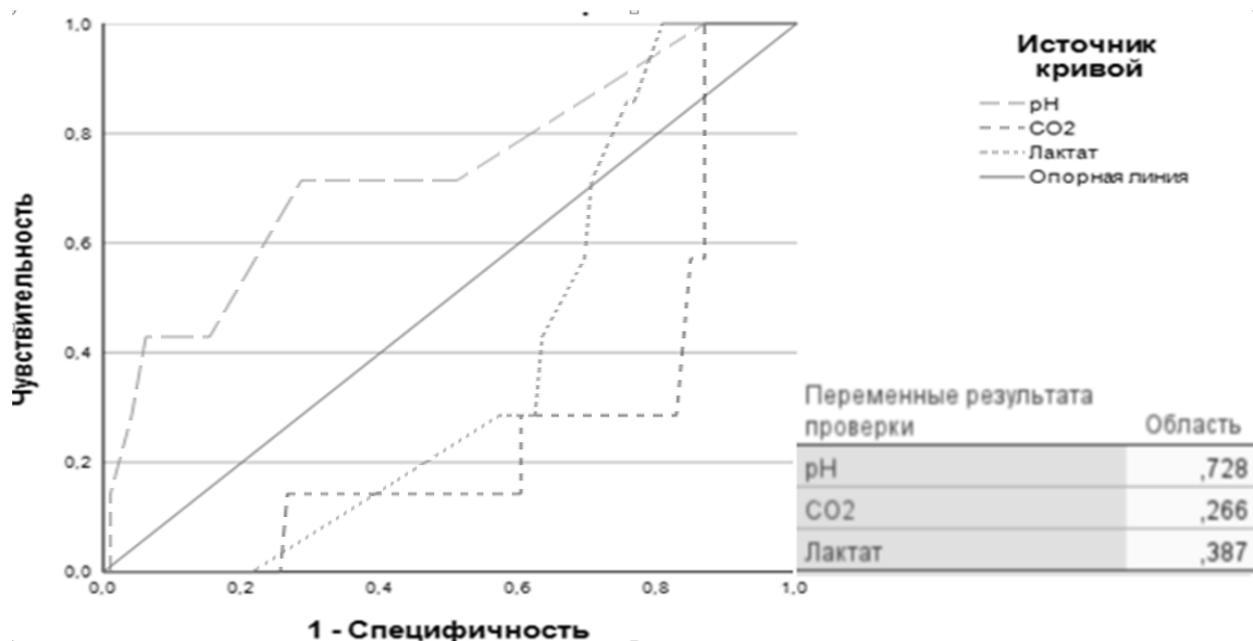


Рисунок 3. Прогностическая значимость лабораторных показателей у пациентов с внезапной сердечной смертью.

Критерии европейского сообщества экстракорпоральной поддержки жизни (ELSO) были взяты за основу оценки возможности применения экстракорпоральной мембранной оксигенации как стратегии спасения в нашем стационаре (табл. 3).

Таблица 3.

Оценка критериев применения ЭСЛР в исследуемой группе пациентов.

№ п/п	Критерии применения	Кол-во соответствующих случаев
1.	Наличие свидетеля смерти	97
2.	Немедленное начало СЛР свидетелем смерти	55
3.	Транспортировка в стационар с применением механического устройства для кардиокомпрессий	98
4.	Время от момента остановки кровообращения до ЭСЛР не более 1 часа	21

Продолжение таблицы

5.	Наличие электрической активности сердца	39
6.	Уровень лактата артериальной крови не более 8 ммоль/л	9
	С марта 2021 г. – ETCO ₂ более 10 mm Hg	108
7.	Сохранные фотореакции	22
8.	Возраст менее 60 лет	73
	С марта 2021 г. – менее 70 лет	96

Некоторые оригинальные критерии, такие как наличие или отсутствие аортальной недостаточности, оценить в условиях внегоспитальной смерти не представлялось возможным.

3.2. Тактика ведения пациентов с рефрактерной остановкой сердечной деятельности

Из Бюро госпитализации ГССМП о планируемом поступлении пациента в состоянии клинической смерти сообщалось по телефону, после чего дежурная смена СтОСМП инициировала сбор команды ЭКМО.

В период работы Центра было предпринято 16 попыток применения ЭСЛР. При поступлении в стационар, в случае неэффективности расширенной СЛР, проводимой в полном объеме, констатировалась рефрактерная остановка кровообращения. Рефрактерной признавалась остановка кровообращения в случае безуспешности ее лечения в течение 30 минут и/или неэффективности применения дефибрилляции и амиодарона.

Опираясь на данные ELSO [72] нами сформулированы критерии, которые оценивались для решения о подключении данного метода:

1. Наличие свидетеля остановки кровообращения;
2. Начало базовой СЛР до приезда бригады СМП силами свидетеля/свидетелей или начало расширенной СЛР силами бригады СМП менее чем через 5 минут от момента остановки кровообращения;

3. Начало ЭКМО менее чем через 60 минут от момента остановки кровообращения;

4. Медицинская эвакуация в стационар с применением электромеханического кардиомассажера;

5. «Признаки жизни» (размеры и фотореакция зрачков, наличие рефлексов, реакция на интубационную трубку и т.д.);

6. Возраст 18 - 70 лет;

7. Наличие любой электрической активности сердца (фибрилляция желудочков, трепетание желудочков, желудочковая тахикардия, электромеханическая диссоциация без пульса – не асистолия);

8. $\text{EtCO}_2 > 10$ мм. рт. ст.;

В начале работы с ВСС мы ориентировались на уровень лактата артериальной крови (менее 8 ммоль/л), что соответствовало рекомендациям ELSO, в последующем этот критерий был заменен на EtCO_2 . Следует отметить, что лактат артериальной крови, как первичный критерий включения ЭКМО в процесс спасения был малоинформативен ввиду неоднозначной точности прогнозирования исхода, но оценка динамики этого показателя была информативна как маркер эффективности проводимой «терапии критического состояния», в комплексе которой используется ЭКМО. Также в критерии ELSO входит первичная оценка аортального клапана, но достоверно оценить функциональный статус аортального клапана у пациента в состоянии клинической смерти в условиях продолжающихся реанимационных мероприятиях зачастую не представлялось возможным, в связи с чем этот критерий во всех случаях трактовался в пользу больного.

Исходно предполагалось, что причиной отказа от ЭСЛР будут служить следующие достоверные и предполагаемые признаки:

1. Известная терминальная недостаточность одного или нескольких органов, инкурабельная к хирургической и медикаментозной коррекции, кроме случаев ожидания трансплантации скомпрометированного органа;

2. Высокая или крайней высокая вероятность геморрагических осложнений;
3. Остановка кровообращения в результате травмы;
4. Признаки биологической смерти;
5. Техническая невозможность канюлирования;
6. Несоблюдение хотя бы одного из критериев подключения.

При отказе от применения ЭСЛР пациенту продолжалась расширенная СЛР до момента восстановления самостоятельной сердечной деятельности или констатации биологической смерти. В случае принятия решения о начале ЭСЛР в рамках инициации ВА ЭКМО параллельно с проведением расширенной СЛР по методике Сельдингера канюлировали бедренную вену (канюля 21 или 23 Fr, производство Medtronic, США) и бедренную артерию (канюля 17 или 19 Fr). Открытый метод канюляции не рассматривался ввиду высокого риска геморрагических осложнений, связанных с проведением антикоагулянтной и возможной тромболитической терапии. После сменного применения дилататоров нарастающего диаметра канюли вводили в соответствующие сосуды. Во всех случаях во время пункции сосудов применялась ультразвуковая навигация посредством линейного датчика. Оптимальное положение кончика венозной канюли в правом предсердии оценивали с помощью фазированного датчика из субкостального доступа. В составе экстракорпорального контура применяли мембранные оксигенаторы Inspire 8 start P (Sorin, Италия) и Kewei (Microport, США), набор линий для перфузионной системы (Sorin). Заполнение контура производилось непосредственно перед запуском ЭКМО. В составе среды для заполнения контура использовался физиологический раствор натрия хлорида с добавлением препаратов альбумина, антибиотика и гепарина.

Среди пациентов, в отношении которых принималось решение об инициации ЭСЛР мужчин 13 (81%), женщин 3 (19%). Средний возраст составил 42 ± 4 (21-66) лет, средний возраст мужчин 43 ± 4 лет, женщин 39 ± 11 лет. Семеро пациентов вошли в группу молодого возраста (до 40 лет), шестеро – среднего

возраста (до 60 лет), еще трое в старшей возрастной группе – до 75 лет. Возраст пациентов, в отношении которых принималось решение о ЭСЛР, был менее 70 лет (42 ± 4 лет).

Все пациенты оценивались согласно предложенным критериям применения ЭСЛР (табл. 4).

Таблица 4.

Соответствие 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	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					

Продолжение таблицы

активности сердца																
Уровень лактата артериальной крови не более 8 ммоль/л	+	+	+													
Уровень ETCO ₂ более 10 mm Hg	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Сохранные фотореакции	+	+	+	+	+	+	+									
Возраст менее 70 лет	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Во всех случаях имелся свидетель остановки кровообращения (все 16 случаев соответствовали данному критерию), но в половине случаев он не осуществлял базовую СЛР (8 случаев соответствия), которая инициировалась лишь прибывшей на место происшествия бригадой СМП. Время, необходимое неопытному реаниматору для распознавания остановки кровообращения и начала базовой СЛР достоверно неизвестно, однако следует учитывать, что этот временной промежуток так же может иметь значительное влияние на продолжительность догоспитального периода.

В тех 11 ситуациях, когда первой на место происшествия прибывала специализированная бригада, среднее время эвакуации составило 56.3 ± 7.3 мин. Четырежды догоспитальный период включал в себя последовательную работу двух бригад СМП, специализированная реанимационная вызывалась в усиление общеврачебной или фельдшерской, при этом среднее время до госпитализации в стационар достигало 75.0 ± 15.4 мин. В одном случае пациент в состоянии клинической смерти был доставлен в отделение силами напарника-водителя в течение 11 минут от момента предполагаемой остановки кровообращения без проведения базовой СЛР в движении.

Среднее время эвакуации пациента в стационар от момента вызова скорой медицинской помощи составило 58.1 ± 7.9 мин, что при жестком соблюдении временных рамок полностью бы блокировало применение технологии. Связано это, в том числе, с недостатком первичной информации о пациенте и дефицитом времени на принятие решения, особенно в тех случаях, когда анамнестические данные происшествия не были переданы при работе на месте двух бригад СМП. 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, а наиболее часто не соблюдались временные и лабораторные рамки.

Транспортировка в стационар осуществлялась с применением электромеханического кардиомассажера LUCAS-II во всех случаях, за исключением доставленного в стационар без помощи СМП (15 случаев).

При поступлении наиболее частым ритмом являлась фибрилляция желудочков – 7 случаев. В 4 случаях регистрировался идиовентрикулярный ритм. С учетом отсутствия механической систолы по данным ультразвукового скрининга в этих случаях механизм остановки кровообращения был трактован как электромеханическая диссоциация. В 5 случаях электрическая активность не регистрировалась. Таким образом, 11 пациентов соответствовали критериям.

Средний уровень лактата крови при поступлении определялся на уровне 13.9 ± 1.2 ммоль/л. Однако, стоит отметить, что 15 ммоль/л является верхним пороговым лабораторным референсом, истинный уровень данного показателя в ряде случаев определить не представлялось возможным. У трех пациентов данный показатель соответствовал рекомендованному уровню менее 8 ммоль/л.

Ретроспективно оценен так же уровень PaCO_2 , составивший 57.31 ± 6.69 мм.рт.ст. В одном случае парциальное давление углекислого газа было менее 10 мм.рт.ст., что не соответствовало критерию включения.

Сохранные фотореакции зрачков достоверно зарегистрированы у 7 пациентов. У 9 пациентов при поступлении зрачковых реакций не выявлено, однако в дальнейшем у 3 отмечалась кратковременное восстановление этой группы рефлексов. Адекватная интерпретация зрачковых рефлексов затруднена ввиду введения высоких доз катехоламинов в догоспитальном периоде в рамках расширенной СЛР.

Шесть попыток подключения и проведения ЭКМО были безуспешными, причиной чего были осложнения канюляции и собственно процедуры (в том числе: ошибки при имплантации канюль, повреждение крупных сосудов и органов брюшной полости, быстрое тромбирование оксигенатора). Число осложнений составило 37,5%.

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.

Наиболее часто причина внезапной смерти носила кардиогенный характер. При анализе причин ВСС было выявлено, что в 9 случаях из 16 причиной остановки кровообращения был инфаркт миокарда. В 2 случаях остановка кровообращения произошла в результате фатальной аритмии, в одном случае причиной была каналопатия и еще в одном - инфекционный миокардит. Также к клинической смерти приводили передозировка наркотическими веществами и переохлаждение. В одном случае ЭКМО применялось при внутрибрюшном кровотечении, которое было распознано лишь после имплантации канюль.

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 причин остановки кровообращения, и осуществлено отлучение от ЭКМО - 45.8 ± 8.8 мин (6 пациентов) против 65.6 ± 9.6 мин в группе (10 пациентов), в которой обеспечить адекватный экстракорпоральной кровотока не удалось. Также у пациентов с неэффективной ЭСЛР был существенно выше уровень тропонина (1820 ± 164 против 473 ± 180 нг/л, $p < 0.05$), что можно объяснить, в том числе, повреждающим действием дефибрилляции и кардиомассажера на миокард при более продолжительном непрямом массаже сердца, и уровень D-димера (17566 ± 429 против 13122 ± 628 мкг/л, $p < 0.05$), что обусловлено, скорее всего, массивным фибринолизом, и может быть предиктором тяжелых геморрагических осложнений.

Основаниями для прекращения ЭСЛР служили следующие критерии:

1. Неэффективность процедуры ЭКМО (тромбоз оксигенатора, внутреннее кровотечение, миграция канюли или другие неустраняемые осложнения) с развитием у пациента ранних признаков биологической смерти невзирая на полный комплекс интенсивной «терапии критического состояния»;

2. Восстановление самостоятельной сердечной деятельности и отсутствие необходимости в продолжении экстракорпоральной поддержки.

В ходе коронароангиографии у 9 пациентов была выявлена острая коронарная катастрофа, устраненная при помощи экстренной баллонной ангиопластики с последующим стентированием стенозированного участка венечной артерии. Благодаря этому у шестерых больных в течение суток была восстановлена эффективная самостоятельная сердечная деятельность, что позволило отсоединить их от ЭКМО на фоне применения приемлемых доз кардиотропной поддержки. Один из них был после длительного лечения в условиях отделения реанимации переведен в профильное отделение без неврологического и когнитивного дефицита. Данный успешный клинический случай более подробно изложен ниже.

Клинический случай лечения пациента с применением ЭСЛР.

Мужчина 63 лет, находясь на улице, утратил сознание. Случайными прохожими была вызвана скорая медицинская помощь. Силами очевидцев первая помощь ему не оказывалась, базовая СЛР не проводилась. По прибытии бригады СМП спустя примерно семь минут от предполагаемого момента остановки кровообращения на основании отсутствия сознания, самостоятельного дыхания и пульсации магистральных артерий констатирована клиническая смерть. Немедленно начат комплекс СЛР с применением аппарата автоматической компрессии грудной клетки LUCAS-II, выполнена интубация трахеи, инициирована принудительная ИВЛ транспортным аппаратом. На ЭКГ была зарегистрирована асистолия, начата внутривенная адреномиметическая и инфузионная поддержка. На этом фоне через 36 минут от предполагаемого момента остановки кровообращения пациент был доставлен в Центр.

При поступлении состояние расценивалось крайне тяжелое, сознание на уровне комы I-II, оценка зрачковых реакций затруднена ввиду выраженной катаракты слева, правый зрачок сужен, фотореакция вялая, роговичный рефлекс сохранен. Отмечались непроизвольные подергивания верхних конечностей, реакция на интубационную трубку по типу «пожевывания». Достоверных признаков биологической смерти не выявлено. Респираторная поддержка продолжена стационарным аппаратом. На ЭКГ регистрировалась крупноволновая фибрилляция желудочков. После дефибрилляции произошла смена электрической активности сердца на идиовентрикулярный ритм без пульса. По данным трансторакального эхокардиографического скрининга (ТТЭхоКГ) механическая систола также отсутствовала. Аппаратная компрессия грудной клетки и фармакологическая поддержка были продолжены, на этом фоне артериальное давление было на уровне 90-70/60-40 мм.рт.ст. При определении газового состава артериальной крови выявлен декомпенсированный лактат-ацидоз (рН 7.08, лактат 11.7 ммоль/л, РаСО₂ – 35 мм.рт.ст.). Таким образом, пациент не полностью

соответствовал критериям инициации ЭСЛР, так как было незначительное превышение времени без СЛР и длительности эвакуации. С учетом отчетливой неврологической симптоматики и удовлетворительных лабораторных данных было принято решение о начале ЭСЛР как «терапии отчаяния». В пользу пациента расценили отсутствие информации о наличии у него неизлечимых заболеваний.

Произведена канюляция бедренных сосудов согласно методике, описанной в главе 3.2 (стр 58) и начата процедура ВА ЭКМО. Расчетный сердечный выброс составил 4,5 л/мин, однако полного замещения сердечной функции добиться не удалось, несмотря на удовлетворительное положение заборной (венозной) канюли и волемическую нагрузку. Объем экстракорпорального кровотока составил 3.2 л/мин. При повторной скрининговой ЭхоКГ отмечено появление фасцикулирующей активности сердца в области верхушки и верхушечных отделов межжелудочковой перегородки, однако без эффективного сердечного выброса.

В условиях продолжающейся ЭСЛР была выполнена экстренная коронароангиография. К этому времени удалось «нарастить» производительность ЭКМО до 3.8 л/мин посредством волемической компенсации и вазопрессорной поддержки. По результатам коронароангиографии (КАГ) выявлено значимое поражение коронарного русла, было принято решение о немедленном стентировании наиболее скомпрометированных правой коронарной артерии (ПКА) (рис. 4) и ветви тупого края второго порядка левой коронарной артерии (ВТК-2 ЛКА) (рис. 5). От вмешательства в ПМЖВ ЛКА решено воздержаться (хроническая окклюзия). После выполнения баллонной ангиопластики ПКА и восстановления кровотока в бассейне нижней стенки было зарегистрировано появление спонтанных сокращений сердца. На ЭКГ: ритм трепетания предсердий с проведением 2:1, тахисистолия желудочков с частотой 138 уд/мин, элевация сегмента ST во II, III, aVF, V1-V6, полная блокада правой ножки пучка Гиса. ЭКГ картина соответствовала острейшей фазе

распространенного ИМ, что соотносилось с данными КАГ. Далее отмечалось нарастание гемодинамики, снижение потребности в вазопрессорной поддержке до малых значений (норадреналин 0.2 мкг/кг/мин), а так же снижение потребности в экстракорпоральной поддержке (до 2.4 л/мин). Время от момента предполагаемой остановки кровообращения до восстановления эффективной сердечной деятельности составило 137 минут.

Спустя 5 часов после начала ВА ЭКМО, на фоне восстановления кровоснабжения сердца в бассейне инфаркт-связанной артерии, с учетом срока эффективной работы оксигенатора (не более 6 часов согласно технической документации) и устойчивой гемодинамики на фоне малых доз вазопрессорной поддержки при минимальной экстракорпоральной поддержке (1,2 л/мин), а так же удовлетворительной легочной оксигенации посредством ИВЛ принято решение о прекращении механической поддержки кровообращения. Канюли удалены в условиях операционной открытым способом.

Спустя 15 часов ЭКГ картина соответствовала регрессу острого инфаркта миокарда: смещение сегмента ST к изолинии, появлении двухфазного зубца T в левых грудных отведениях, признаки БПНПГ отсутствовали. В течение последующих суток отмечались эпизоды гемодинамически значимых наджелудочковых нарушений ритма, требующие электроимпульсной терапии, отмечено нарастание признаков сердечной недостаточности и потребности в кардиотропной поддержке. Тяжесть состояния определялась острым инфарктом миокарда с развитием кардиогенного шока и остановки кровообращения, и реперфузионным синдромом с мультиорганной дисфункцией в рамках постреанимационного синдрома. В течение последующих пяти суток удалось отказаться от фармакологической поддержки гемодинамики. В это же время прогрессировала полиорганная дисфункция с развитием клинической картины постгипоксического отека головного мозга, респираторного дистресс-синдрома на фоне аспирационной пневмонии, печеночно-почечной

недостаточности. К исходу первой недели стационарного лечения симптоматика регрессировала, уровень сознания был восстановлен до ясного, адреномиметической поддержки пациенту не требовалось, динамика лабораторных показателей носила положительный характер. У больного длительно сохранялась потребность в протективной ИВЛ через трахеостомическую трубку ввиду выраженной астенизации, также в дальнейшем развились тяжелые септические осложнения с множественными локусами панрезистентной внутрибольничной инфекции. Лишь на 53 сутки пациент был переведен в профильное кардиологическое отделение для продолжения лечения.

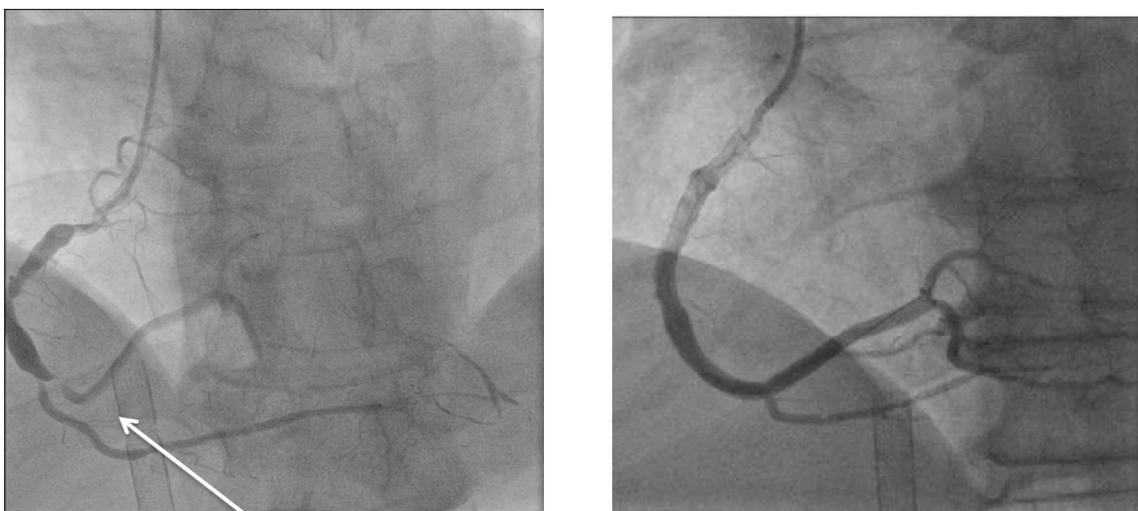


Рисунок 4. ПКА до БАП и стентирования; ПКА после БАП и стентирования

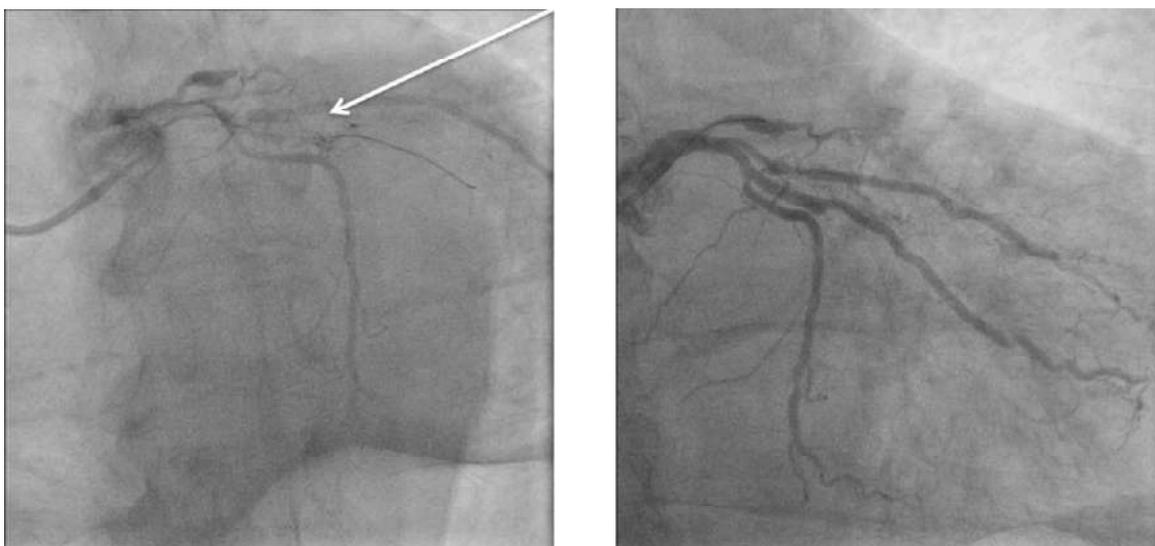


Рисунок 5. ВТК-2 ЛКА до БАП и стентирования; ВТК-2 ЛКА после БАП и стентирования

Полученные результаты позволили нам, опираясь на международный опыт, сформулировать алгоритм применения ЭСЛР в СтОСМП в отношении пациентов, доставленных в состоянии клинической смерти на фоне продолжающейся СЛР (рис. 6) (Приложение Г) и чек-лист (Приложение Д)

Алгоритм принятия решения о применении ЭСЛР

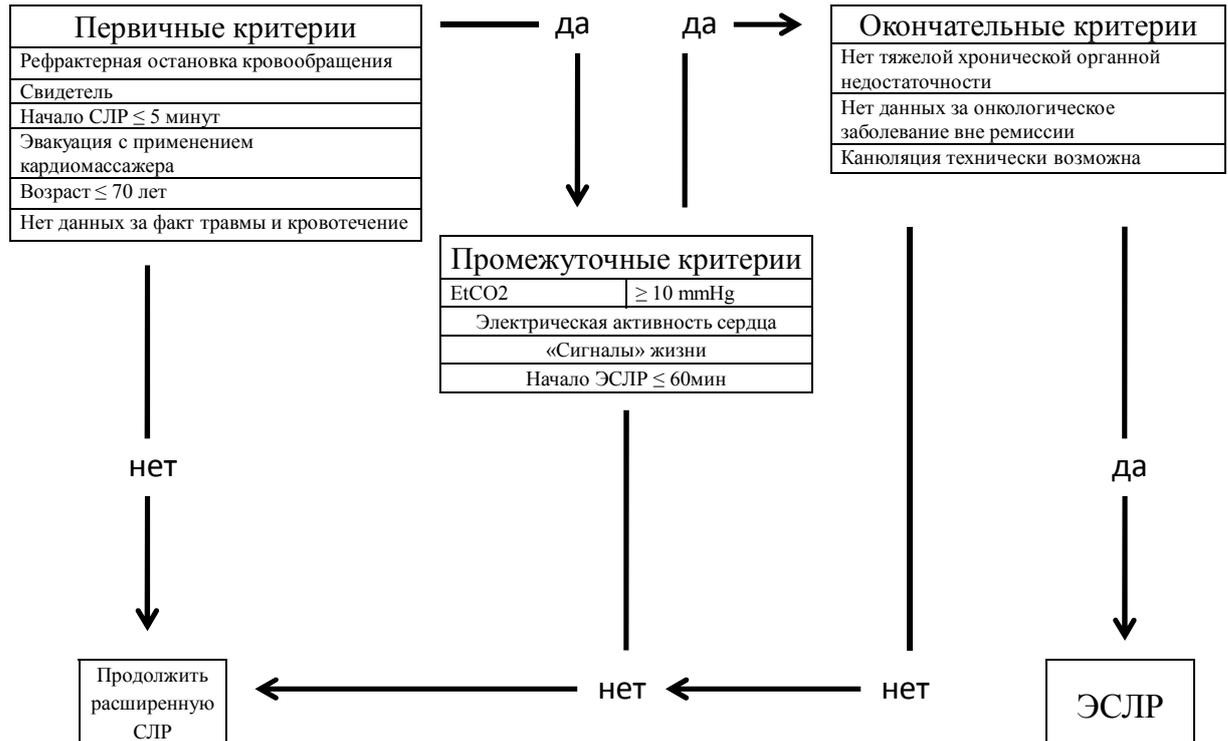


Рисунок 6. Алгоритм принятия решения о применении ЭКМО.

Все критерии принятия решений были разделены нами на три группы: первичные, промежуточные, окончательные. К первичным критериям отнесены:

Рефрактерная остановка кровообращения, которая констатировалась, как уже указывалось выше, на основании неэффективности расширенных реанимационных мероприятий в течение 30 минут и применения дефибрилляции и амиодарона (при необходимости). Раннее начало ЭСЛР в настоящее время необоснованно, и не приводит к повышению выживаемости [129]. Отсутствие свидетеля остановки кровообращения необходимо

расценивать как неизвестный догоспитальный период ввиду высокой вероятности развития и течения остановки кровообращения в течение длительного промежутка времени, а так же несоблюдения такого немаловажного критерия, как начало базовой сердечно-легочной реанимации в течение 5 минут от момента развития катастрофы. По нашему опыту, значимой разницы между частотой положительных исходов и профессионализмом реаниматора, оказывающего первую помощь, достоверно не выявлено. Применение электромеханического массажера в процессе эвакуации необходимо для обеспечения непрерывного механического кровообращения и максимально возможной перфузии, чего невозможно добиться применением ручной компрессии при транспортировке. Возрастное ограничение до 70 лет продиктовано значительно сниженными функциональными резервами и набором имеющихся сопутствующих хронических заболеваний. Применение ЭКМО возможно при травматическом генезе остановки кровообращения или при продолжающемся кровотечении, однако нередко оба варианта шока сочетаются, и обеспечить эффективный экстракорпоральный кровоток в условиях отсутствия гемостаза практически невозможно. Необходимо так же помнить об одномоментном экстракорпоральном болюсе инфузионных сред при запуске ЭКМО и усугублении циркуляторной недостаточности. Более того, применение антикоагулянтов в такой ситуации противопоказано, что существенно повышает риск тромбоза оксигенатора и неэффективной ЭСЛР.

Данные критерии могут быть определены в догоспитальном периоде силами сотрудников бригады скорой медицинской помощи или оперативного отдела станции скорой медицинской помощи, поскольку они являются простыми и не требуют дополнительных сил и средств. Выделение их в отдельную группу позволит в будущем определять правильную маршрутизацию для исследуемой группы пациентов, что позволит сократить время эвакуации.

К промежуточным отнесены критерии, определение соответствия которым необходимо осуществлять непосредственно перед принятием решения об ЭСЛР. Они должны оцениваться в первые минуты поступления пациента в СтОСМП, так как в процессе транспортировки в стационар возможно необратимое ухудшение состояния, а некоторые параметры, например, лабораторные, определить в догоспитальном периоде невозможно. К таким критериям можно причислить результаты исследования концентрации углекислого газа в конце выдоха (EtCO_2), уровень лактата артериальной крови. Также именно в палате реанимации в ходе расширенной СЛР представляется целесообразным исследовать динамику электрической активности сердца, наличие у пациента неврологической симптоматики, свидетельствующей о перспективах спасения. Кроме этого, именно в данный момент можно взвешенно подойти к оценке временных критериев применения ЭСЛР.

К окончательной группе критериев следует отнести данные, которые могут быть получены в процессе интегрального анализа всей информации о данном пациенте, в том числе прямые или косвенные признаки наличия неизлечимых заболеваний, технической возможности канюляции. Окончательное принятие решения об инициации ЭСЛР возможно только при комплексном соответствии всем вышеперечисленным критериям. При выявлении на любом этапе несоответствия хотя бы одному из них от ЭСЛР необходимо воздержаться.

Данный алгоритм был успешно апробирован в клинике ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова и используется в настоящее время. На основании него для оптимизации скорости принятия решений медицинским персоналом был разработан чек-лист (Приложение Д), который регулярно применяется в повседневной деятельности Центра.

3.3. Применение ЭЖМО в медико-социальных целях в стационарном отделении скорой медицинской помощи

3.3.1. Характеристика пациентов с необратимой остановкой сердечной деятельности, поступивших в стационарное отделение скорой медицинской помощи

За указанный период времени в Центр поступило 77 пациентов, расширенный комплекс СЛР у которых был неэффективен, смерть наступила в первые сутки пребывания в стационаре. Эта группа пациентов не соответствовала критериям применения ЭСЛР. Средний возраст составил $54,9 \pm 1,6$ лет, в их числе 56 мужчин и 21 женщина, значительное число которых были трудоспособного возраста (18–65 лет) – 55 пациентов. В этих случаях причина остановки кровообращения была выявлена, как правило, в процессе лечебно-диагностических мероприятий, и подтверждена на аутопсии, и в 55 эпизодах причиной смерти стал острый инфаркт миокарда, в 2 случаях остановка кровообращения признана аритмогенной. К иным причинам отнесены острые наркотические и алкогольные отравления – 13 случаев. Так же имели место терминальные онкологические заболевания (3), острые нарушения мозгового кровообращения (2), кровотечение из желудочно-кишечного тракта (2), анафилактикоидные реакции (2).

3.3.2. Алгоритм применения ЭЖМО в медико-социальных целях в стационарном отделении скорой медицинской помощи

После констатации биологической смерти, учитывая мировой опыт использования ЭЖМО для кондиционирования органов трупа-донора и наличие обученного персонала и данной технологии в СтОСМП в режиме постоянной готовности, основываясь на решении Локального Этического комитета ПСПбГМУ им.И.П. Павлова, нами было решено рассмотреть данную группу пациентов как посмертных потенциальных доноров. По

результатам работы Центра подавляющее большинство пациентов погибло в первые сутки пребывания в стационаре. Применение ЭКМО с целью спасения в рамках ЭСЛР у этого пула пациентов признано невозможным ввиду явного несоответствия критериям (нередко, всех предложенных) применения спасительного ЭКМО. В таком случае пациенту проводилась расширенная СЛР в течение минимум 30 минут, и в случае неэффективности проводимых реанимационных мероприятий констатировалась биологическая смерть пациента согласно Федеральному закону от 21 ноября 2011 г. N 323-ФЗ [51] и Постановлению Правительства РФ от 20.09.2012 № 950 «Об утверждении Правил определения момента смерти человека, в том числе критериев и процедуры установления смерти человека, правил прекращения реанимационных мероприятий и формы протокола установления смерти человека» [31]. 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" [15].

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

Данный минимальный перечень следует считать обязательным, поскольку в условиях дефицита информации и времени иные критерии оценить оказалось практически невозможно.

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. 10-минутный 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 по методике, описанной в главе 3.2 (стр. 58), 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. Также осуществлялось исследование крови на наличие инфекционных заболеваний и токсических агентов, при наличии отрицательных результатов которых о кондиционировании посмертного потенциального донора извещался сотрудник ЦТОД и судебно-медицинский эксперт. Последний, при отсутствии сведений о насильственных причинах смерти и иных обстоятельствах, препятствующих донорству, давал разрешение на эксплантацию органов. С момента прибытия сотрудника ЦТОД процесс кондиционирования полностью осуществлялся под его руководством.

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). Двенадцать пациентов вошли в группу молодого возраста (до 40 лет), четырнадцать – среднего возраста (до 55 лет). У всех еще в процессе проведения

расширенной сердечно-легочной реанимации осуществлялось взятие крови для оценки клинического, биохимического анализа. Также изучалась коагулограмма, газовый состав и кислотно-основное состояние артериальной крови.

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. 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 5.

Наиболее значимые лабораторные данные 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)

У доноров отмечалась частичная нормализация кислотно-основного состояния. Ниже приведены выборочные данные динамики рН четырех потенциальных доноров (рис. 7)

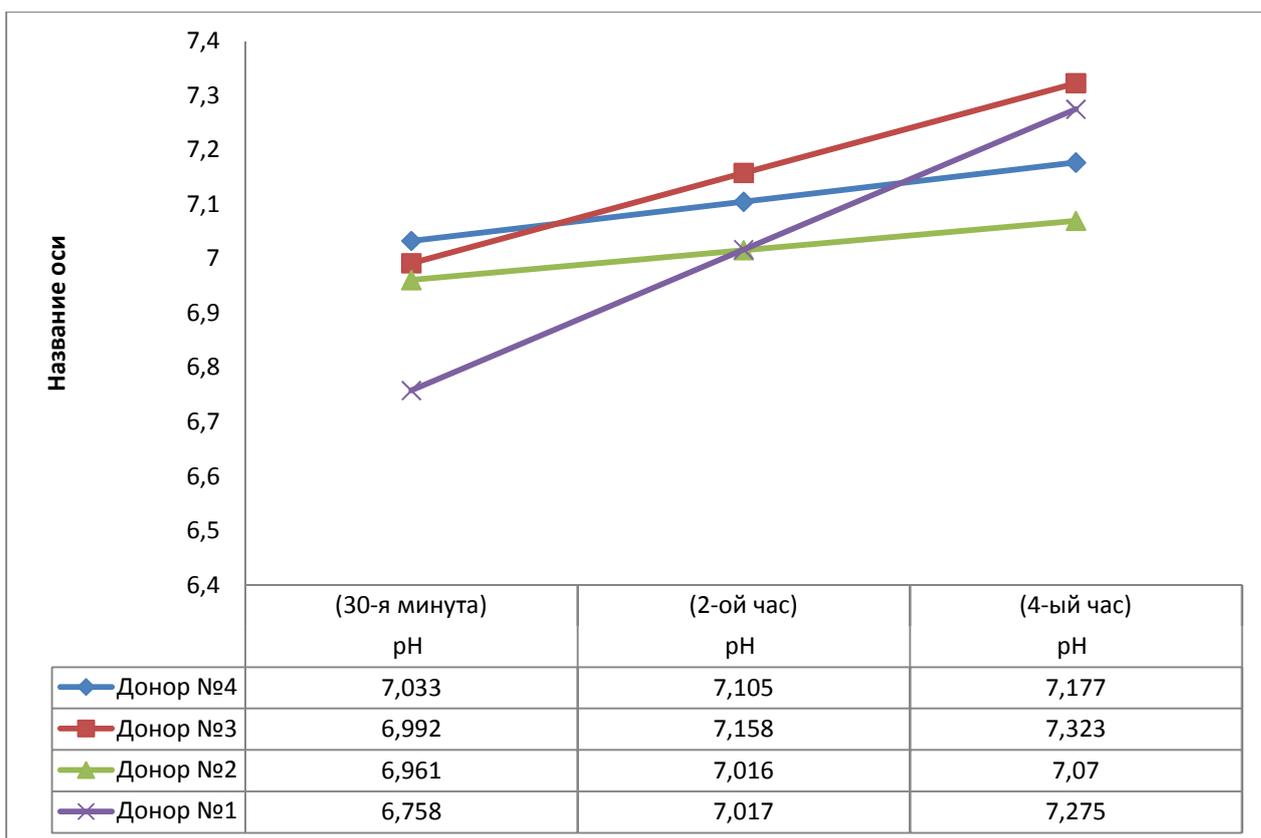


Рисунок 7. Динамика метаболических изменений потенциальных посмертных доноров.

В 11 случаях кондиционирование посмертного потенциального донора с применением ВА ЭКМО было неэффективным. В 2 случаях были осложнения канюляции в виде перфорации магистральных сосудов и, в том числе, в одном случае перфорация тонкой кишки привели к неэффективной посмертной перфузии органов. Дважды посмертно у потенциальных доноров выявлялись опасные инфекции (вирусный гепатит В и С). Еще в одном случае было диагностировано содержание 6-(диметиламино)-4,4-дифенилгептанон-3 (метадон) в крови, установленного в результате токсико-химического исследования крови. Шесть раз отмечалась неэффективная перфузия: 2 раза в результате установленного тромбирования оксигенатора на фоне расчетной антикоагулянтной терапии, и 4 раза неэффективность ВА ЭКМО в качестве метода перфузии органов была констатирована при посмертной лапаротомии органолептическим методом. 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. 6), достоверно улучшив результаты оперативных вмешательств с целью эксплантации. Посмертное СКТ брюшной полости с контрастированием продемонстрировало наличие у эффективных доноров сохраненного органного кровотока. Как пример ниже приведены несколько случаев адекватной экстракорпоральной перфузии брюшного висцерального бассейна (фото 4).

Таблица 6.

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 ($p < 0.05$)

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.

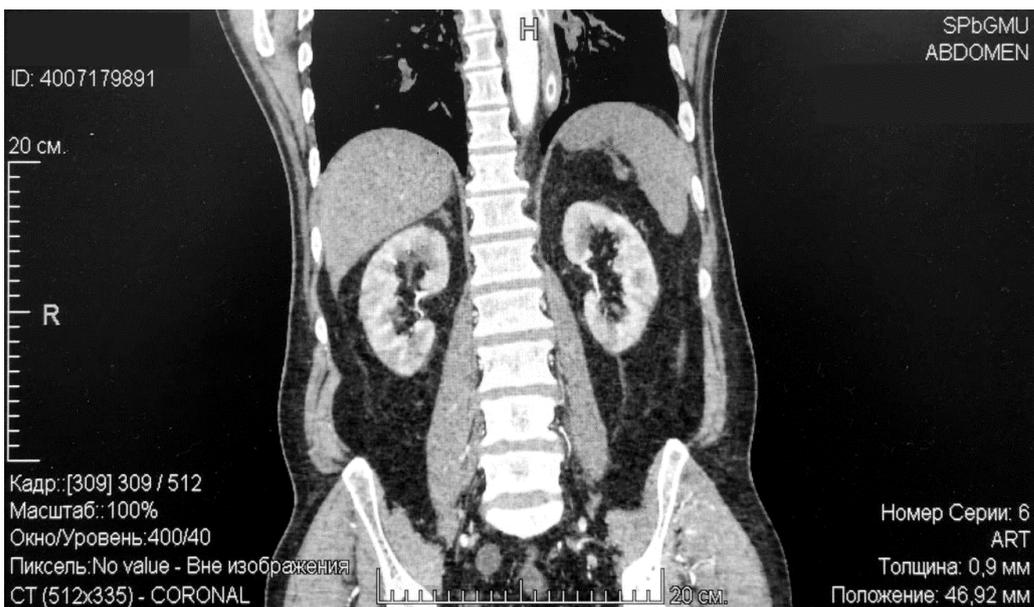
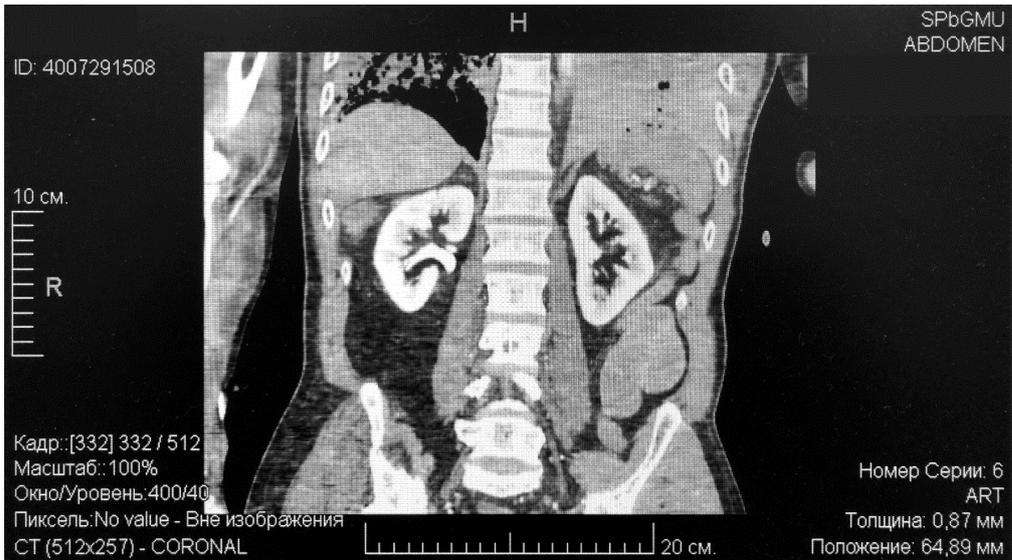


Фото 4. Компьютерная томография висцерального бассейна.

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.8) (Приложение Е).

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

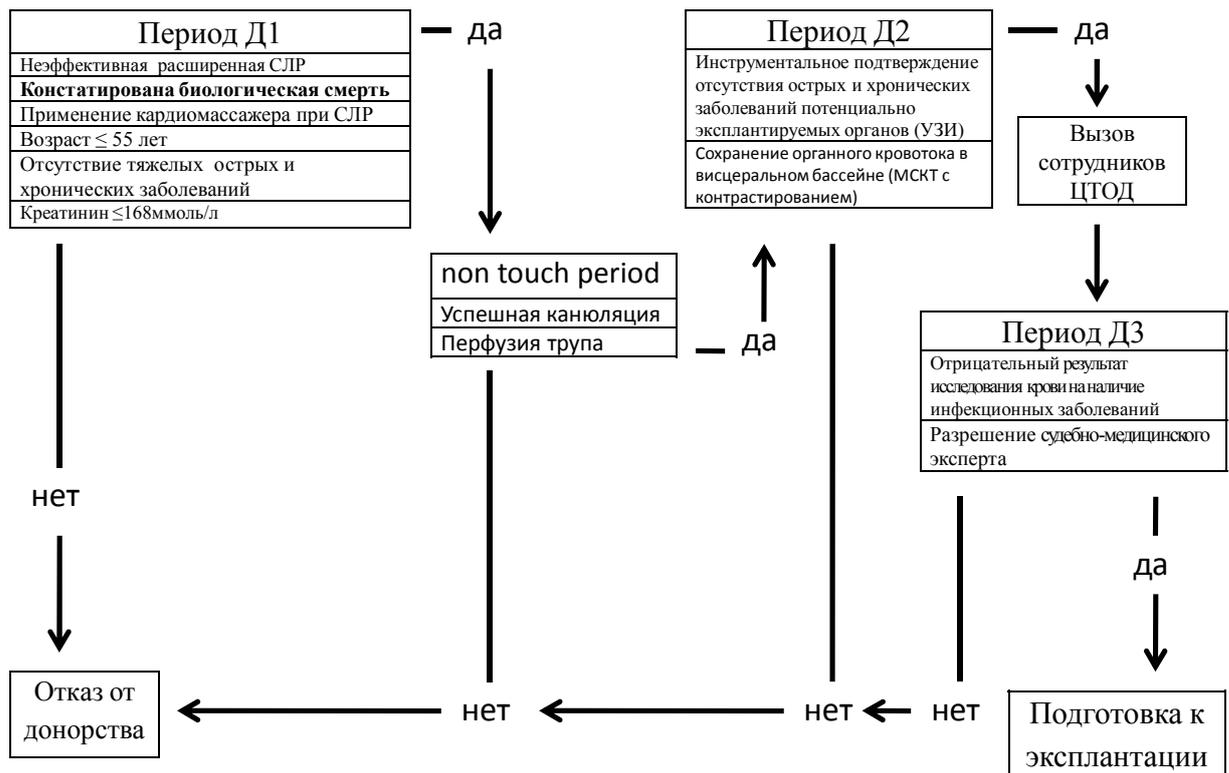


Рисунок 8. Алгоритм принятия решения о посмертном применении ЭКМО в медико-социальных целях.

Процесс ведения донора до прибытия сотрудника ЦТОД можно условно разделить на несколько периодов. В ходе периода Д1, начинавшегося с момента констатации биологической смерти, определялось, можно ли рассматривать умершего как посмертного потенциального донора с применением ЭКМО. В ходе этого периода оценивался возраст, качество НМС, данные анамнеза об отсутствии тяжелых хронических заболеваний, которые могут приводить к необратимому поражению потенциально эксплантируемых органов. В случае соответствия этим критериям

выдерживалась временная пауза не менее 10 минут в ожидании появления ранних признаков биологической смерти, после чего возобновлялся НМС и ИВЛ и осуществлялась посмертная инициация ЭКМО. В случае обеспечения эффективности экстракорпоральной перфузии с применением транспортного устройства в ходе периода Д2 выполнялась инструментальная оценка состояния печени и почек (ультразвуковое исследование), определение сохранности органного кровотока в висцеральном бассейне (мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием). В случае инструментального подтверждения удовлетворительного состояния потенциально эксплантируемых органов вызывался сотрудник ЦТОД, последующее ведение посмертного потенциального донора происходило с его участием. В периоде Д3 осуществлялось исследование крови на наличие инфекционных заболеваний и ее судебно-химический анализ, а также производился вызов судебно-медицинского эксперта для получения разрешения на последующее изъятие органов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спасение людей с внезапной внегоспитальной рефрактерной остановкой сердца остается труднорешаемой задачей для здравоохранения всего мира. Цепь выживания, представляющая стандартизированный алгоритм действий, направленных на немедленное поддержание кровотока путем ручных компрессий и скорейшую дефибрилляцию, далеко не всегда приводит к успеху. Появление электромеханических устройств, способных обеспечивать продолжительный и качественный непрямой массаж сердца, открыло новое окно возможностей, позволяющее рассматривать применение технологии экстракорпоральной мембранной оксигенации в комплексе расширенной СЛР. Повсеместному распространению данной методики при остановке кровообращения препятствует ее высокая стоимость, отсутствие общепринятых научно-обоснованных критериев применения, различное

нормативно-правовое регулирование применения в странах Европы, Азии, Америки, постсоветского пространства.

С 2017 г. по настоящее время в ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова проводится изучение возможностей и перспектив применения ЭСЛР с учетом особенностей отечественного здравоохранения. За указанный период времени было принято 109 пациентов старше 18 лет, перенесших внегоспитальную остановку кровообращения в силу различных причин. Средний возраст пациентов достигал 52.6 ± 1.5 года, в 96 случаях это были люди не старше 70 лет. Большинство из них были мужчинами, переносящими острый инфаркт миокарда, который был осложнен тяжелой, зачастую фатальной, аритмией. Последний факт ставит под сомнение существующие в настоящее время требование эвакуации таких пациентов в ближайшую медицинскую организацию. Отсутствие в стационаре современной возможности для лечения острого коронарного синдрома, такой как чрескожное коронарное вмешательство, препятствует спасению пациента даже в случае кратковременного восстановления эффективного сердечного ритма на фоне реанимационных мероприятий.

К сожалению, по-прежнему недостаточно высокой остается частота немедленного начала первой помощи на месте происшествия. В нашем исследовании остановка кровообращения происходила 97 раз в присутствии свидетеля или свидетелей, в том числе таковыми были сотрудники бригад скорой медицинской помощи в 23 случаях. Из 74 эпизодов сторонние наблюдатели инициировали СЛР до приезда СМП лишь в 42,3% (32 раза). Следующей проблемой, характерной для нашей страны, является длительность расширенной СЛР в догоспитальном периоде. Она обусловлена тремя моментами. Первый представлен тем, что действующие алгоритмы СЛР для скорой медицинской помощи обязывают осуществлять эвакуацию пациента с внегоспитальной остановкой сердца только после его стабилизации, а отсутствие в перечне обязательного оснащения автомобилей класса В и С кардиомассажера не позволяет проводить непрямой массаж

сердца в движении. Это приводит к многократному повторению медицинскими работниками выездных бригад одного набора действий (непрямой массаж сердца - адреналин внутривенно - дефибрилляция) даже в случае отсутствия эффекта от его применения и констатации рефрактерной остановки кровообращения. Второй момент является продолжением первого и представляет собой привлечение сотрудниками общепрофильных бригад в помощь себе специализированных реанимационных бригад, что приводит к дополнительной потере времени. В нашем исследовании такая ситуация наблюдалась более чем в 42% случаев. В нашем исследовании начало СЛР и медицинская эвакуация в СтОСМП осуществлялась одной бригадой скорой медицинской помощи в 57,8 % (63 из 109 случаев), в 42.2% общепрофильные бригады, оказавшиеся на месте первыми, привлекали в помощь специализированные бригады, что значительно увеличивало время эвакуации. Среднее время догоспитального периода 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.

Третий момент – это неготовность стационаров принимать пациентов в состоянии клинической смерти на фоне продолжающегося непрямого массажа сердца. Зачастую в приемных отделениях, отделениях реанимации отсутствуют электромеханические устройства для непрямого массажа сердца, другие современные технологии, такие как ЭКМО, что формирует скептическое отношение персонала к перспективе спасения такого пациента.

Все вышперечисленное приводит к серьезному удлинению периода "low flow", когда органный, в первую очередь мозговой, кровоток поддерживается на низком уровне. К моменту, когда такой больной все-таки попадает в стационар, длительная гипоперфузия зачастую уже формирует клеточную гибель и запускает необратимый процесс танатогенеза, что полностью исключает применение ЭСЛР. Дополнительным подтверждением значимости гипоперфузии является выявленная корреляция между выживаемостью пациентов и степенью выраженности тяжелого смешанного ацидоза в исследуемой группе пациентов, что подтверждалось результатами ROC-анализа (AUC ROC pH 0,728, EtCO₂ 0,266, лактат артериальной крови 0,387). Дополнительными негативными моментами у пациентов, которые погибли в первые часы применения ЭСЛР, стали более высокие уровни тропонина (1820 ± 164 против 473 ± 180 нг/л, $p < 0.05$), вследствие более продленного повреждающего действия кардиомассажера, и D-димера (17566 ± 429 против 13122 ± 628 мкг/л, $p < 0.05$).

В 60-минутное временное окно с соблюдением остальных критериев применения перфузионных технологий в нашем случае попали лишь трое из более чем ста пациентов, доставленных в состоянии клинической смерти на фоне продолжающейся СЛР с применением кардиомассажера. Несмотря на это транспортная ЭСЛР была эффективно применена 10 раз, 9-ти пациентам благодаря методу удалось устранить острые коронарные проблемы за счет экстренной баллонной ангиопластики с последующим стентированием стенозированного участка венечной артерии. После этого у 6-х больных в течение суток была восстановлена эффективная самостоятельная сердечная деятельность, что позволило прекратить у них экстракорпоральную поддержку кровообращения. у одного из них удалось добиться восстановления системной гемодинамики, а после длительного наблюдения в отделении реанимации он был в состоянии средней степени тяжести с сохраненным ясным сознанием переведен в профильное специализированное отделение. Вышесказанное подтверждает эффективность метода ЭСЛР, но и

обозначает важнейшие проблемы, которые должны быть устранены на пути его повсеместного распространения.

Нам удалось несколько сгладить трудности эмоционального характера персонала Центра по лечению внезапной сердечной смерти, обусловленные невысокой выживаемостью изучаемого контингента больных, за счет создания четких алгоритмов работы, внедрения чек-листов, а также благодаря кондиционированию посмертных потенциальных доноров. Анализ действующей нормативно-правовой базы не выявил противоречий в посмертном применении ЭКМО для сохранения эффективной перфузии органов. Среди умерших, в отношении которых инициировался алгоритм посмертного потенциального донорства, преобладали мужчины (22 пациента, средний возраст 45 ± 2 лет против 4 женщин, средний возраст 33 ± 4 лет). За период работы была обеспечена эксплантация и последующая трансплантация почек и печени от 15 эффективных посмертных доноров.

Исследование показало необходимость более широкого внедрения инновационных технологий, направленных на частичное и полное протезирование кровотока у пациентов с внезапным прекращением сердечной деятельности. По мере насыщения новыми девайсами догоспитального и госпитального периодов скорой медицинской помощи будет возрастать потребность в изменении действующих алгоритмов по сердечно-легочной реанимации. Все это, без сомнения, улучшит результаты лечения больных с внегоспитальной рефрактерной остановкой кровообращения.

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 и более высоким уровнем pH артериальной крови в сравнении с уровнем лактата и EtCO₂ (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 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 жизнеспасующей 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аланов Д. Ф. Современная трактовка Жёлтого владыки: Основы восточной медицины / Перевод. Д. Ф. Аланова. — К.: Ника-центр. - 2006. – С. 306.
2. Афонин Е. С., Скопец А. А., Думаньян Е. С. Фатальное сосудистое осложнение при периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации. Можно избежать или нет? // Инновационная медицина Кубани. – 2017. – № 3(7). – С. 51-54.
3. Багненко С.Ф. Скорая медицинская помощь: клинические рекомендации// М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2015. – С. 872.
4. Базылев В. В., Евдокимов М. Е., Пантюхина М. А. Целесообразность включения экстракорпоральной поддержки кровообращения в алгоритм реанимационных мероприятий у кардиохирургических пациентов (клинический пример) // Медицинский алфавит. – 2020. – № 13. – С. 48-51.
5. Баранова Н. Н. Тычкова Е. А., Качанова Н. А. Работа Центра медицинской эвакуации Всероссийского центра медицины катастроф "Защита" в 2016 г // Медицина катастроф. – 2017. – № 2(98). – С. 56-58.
6. Бокерия Л. А., Шаталов К. В., Лобачева Г. В. Метод экстракорпоральной мембранной оксигенации при лечении сердечной недостаточности у детей раннего возраста в кардиохирургической клинике // Детские болезни сердца и сосудов. – 2012. – № 1. – С. 19-25.
7. Бокерия Л. А., Шаталов К. В., Махалин М. В. Применение экстракорпоральной мембранной оксигенации в сердечно-сосудистой хирургии (15 -летний опыт ФГБУ "НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева" РАМН) // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. – 2013. – Т. 14. – № S6. – С. 176.
8. Брюхоненко С. С., Царева А. В., Чечулин С. И., Царева А. В., Усенко Л. В. Рождение искусственного кровообращения // Церковь и медицина. – 2016. – В. 2(16). – С. 84-87.
9. Ветхий завет, 4-я книга Царств 4 глава, стих 32-35.

10. Власов А. Ю., Щеголев А. В., Курмансеитов М. М. Первый опыт транспортировки больного с тяжелой дыхательной недостаточностью в условиях экстракорпоральной мембранной оксигенации // Военно-медицинский журнал. – 2015. – Т. 336, № 4. – С. 10-15.
11. Всемирная организация здравоохранения. 62 сессия всемирной ассамблеи здравоохранения от 26 марта 2009 г. [Электронный ресурс]. URL: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/A62/A62_15-ru.pdf (Дата обращения 17.03.2023)
12. Гарвей У. Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных (перевод трудов)/– Москва.: Книга по Требованию. - 2013. – С. 233.
13. Гурвич Н. Л. Фибрилляция и дефибрилляция сердца. — М.: Медгиз. - 1957г. – С. 253.
14. Евдокимов М. Е., Базылев В. В., Россейкин Е. В., Пантюхина М. А. Возможности систем искусственного кровообращения на основе стандартного оксигенатора в кардиохирургическом стационаре // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. – 2019. – Т. 7. – № 3(25). – С. 94-104.
15. Закон РФ от 22 декабря 1992 г. N 4180-I "О трансплантации органов и (или) тканей человека" URL: <https://base.garant.ru/136366/> (Дата обращения 11.11.2022)
16. Корнелюк Р.А., Шукевич Д.Л. Экстракорпоральная мембранная оксигенация в интенсивной терапии критических состояний // Медицина в Кузбассе. – 2016. – С. 3-9.
17. Корнилов И. А., Сойнов И. А., Зубрицкий А. В. Экстракорпоральная сердечно-легочная реанимация после разрыва легочной артерии у младенца // Инновационная медицина Кубани. – 2018. – № 4(12). – С. 25-28.
18. Кузнецова Н. В., Мерзлякова А. И. Сравнительный анализ правового регулирования донорства органов в Российской Федерации, Швейцарии и

- Соединенных Штатах Америки // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». – 2022. - В. 32(6). – С. 1088-1093.
19. Лысенко М. А., Гуменюк С. А., Кецкало М. В., Толстых А. Н. Организация проведения медицинской эвакуации с выполнением экстракорпоральной мембранной оксигенации // Медицина катастроф. – 2019. – № 2(106). – С. 56-59.
20. Минина М. Г. З, Хубутя М. Ш., Губарев К. К., Гуляев В. А., Пинчук А. В., Каабак М. М., Дабасамбуева Б. В. Практическое использование экстракорпоральной мембранной оксигенации в донорстве органов для трансплантации // Вестник новых медицинских технологий. – 2020 – Т. 27, № 2 – С. 26–33
21. Михель Д. В., Резник О. Н. Дефицит донорских органов как глобальная проблема: культурные различия, неравенства и альтернативные стратегии самообеспечения // Социогуманитарные проблемы органного донорства: междисциплинарные исследования: сборник научных статей – Москва. - 2018. – С. 11-58.
22. Неговский В.А. Оживление организма и искусственная гипотермия. — М.: Медгиз. - 1960г. – С. 303.
23. Неговский В.А. Патофизиология и терапия агонии и клинической смерти. – М.: Медгиз. - 1954. – С. 257.
24. Новикова Ю. Ю., Абрамян М. А., Афуков И. И. Первый опыт применения экстракорпоральной мембранной оксигенации у девочки с детским мультисистемным воспалительным синдромом, ассоциированным с COVID-19 // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2022. – Т. 101. – № 4. – С. 104-110.
25. Осиев А.Г., Байструков В.И., Бирюков А.В. Использование экстракорпоральной мембранной оксигенации при проведении экстренного чрескожного коронарного вмешательства у пациента с острым инфарктом миокарда, осложненным кардиогенным шоком // Международный журнал интервенционной кардиологии. - 2012. – В. 30. - С. 46-50.

- 26.Петрович Н. С., Шестакова Л. Г., Крачак Д. И. Декомпрессия левого желудочка при применении вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации // Евразийский кардиологический журнал. – 2017. – № 3. – С. 17.
- 27.Попцов В. Н., Захаревич В. М., Спирина Е. А. Результативность и факторы риска механической поддержки кровообращения методом периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации у потенциальных реципиентов, нуждающихся в неотложной трансплантации сердца // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2017. – Т. 19. – № 4. – С. 54-60.
- 28.Попцов В. Н., Спирина Е. А., Еремеева О. А. Четырехлетний опыт применения периферической веноартериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации как метода механической поддержки кровообращения // Анестезиология и реаниматология. – 2015. – Т. 60. – № 4S. – С. 97.
- 29.Попцов В. Н., Спирина Е. А., Ухренков С. Г., Алиев Э. З. Успешное применение периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации при кризе острого гуморального отторжения сердечного трансплантата // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2016. – Т. 18. – № S. – С. 162.
- 30.Постановление Правительства РФ от 01.06.2021 N 852 (ред. от 16.02.2022) "О лицензировании медицинской деятельности (за исключением указанной деятельности, осуществляемой медицинскими организациями и другими организациями, входящими в частную систему здравоохранения, на территории инновационного центра "Сколково") [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_385633/ (Дата обращения 17.03.2023)
- 31.Постановление Правительства РФ от 20.09.2012 № 950 «Об утверждении Правил определения момента смерти человека, в том числе критериев и процедуры установления смерти человека, Правил прекращения

- реанимационных мероприятий и формы протокола установления смерти человека». [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/70231774> (Дата обращения 11.11.2022)
32. Приказ Минздрава России от 25.12.2014 N 908н "О Порядке установления диагноза смерти мозга человека" [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_179596/ (Дата обращения 17.03.2023)
33. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 358 от 25 мая 2007 г. "О медицинском заключении о необходимости трансплантации органов и (или) тканей человека" [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12054266/> (Дата обращения 17.03.2023)
34. Приказ Министерства здравоохранения РФ и Российской академии наук от 4 июня 2015 г. № 306н/3 "Об утверждении перечня объектов трансплантации" [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181448/2ff7a8c72de3994f30496a0ccb1ddafdaddf518/ (Дата обращения 17.03.2023)
35. Приказ Министерства здравоохранения РФ и Российской академии наук от 4 июня 2015 г. №307н/4 "Об утверждении перечня учреждений здравоохранения, осуществляющих забор, заготовку и трансплантацию органов и (или) тканей человека" [Электронный ресурс] URL: <https://minzdrav.gov.ru/documents/9200-prikaz-ministerstva-zdravoohraneniya-rf-i-rossiyskoj-akademii-nauk-ot-4-iyunya-2015-g-307n-4-ob-utverzhdenii-perechnya-uchrezhdeniy-zdravoohraneniya-osuschestvlyayuschih-zabor-zagotovku-i-transplantatsiyu-organov-i-ili-tkaney-cheloveka> (Дата обращения 17.03.2023)
36. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 31 октября 2012 г. N 567н "Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю "хирургия (трансплантация органов и (или) тканей человека)"

- [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/70291240/> (Дата обращения 17.03.2023)
37. Проскурина, О. И., Али М. И. Ф., Гайед А. Г. История развития медицины в Древнем Египте // Молодежный инновационный вестник. – 2021. – Т. 10. – № S2. – С. 76-78.
38. Резник О. Н., Скворцов А. Е., Дайнеко В. С. Первый в Российской Федерации опыт пересадки печени и почек, полученных от доноров с внегоспитальной остановкой кровообращения: обобщение 3-летних результатов // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2021. – Т. 23. – № 3. – С. 35-49.
39. Рекомендации по проведению сердечно-легочной реанимации // Европейский совет по реанимации [Электронный ресурс] URL: <https://www.cprguidelines.eu> (Дата обращения 16.11.2022)
40. Сабирова Д. Р., Арзин Д. Н., Петрушенко Д. Ю. Случай успешной сердечно-легочной реанимации с применением вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации у ребенка с острым постинфекционным миокардитом // Российский кардиологический журнал. – 2022. – Т. 27. – № S6. – С. 41-42.
41. Серяк В.В., Мачнева И.В. Гепарин: история открытия и использование // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – 2021.
42. Сорокина Т. С. Андреас Везалий (1514-1564) и Падуанская анатомическая школа (к 500-летию со дня рождения) // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2014. - С.52-56.
43. Стамбульская декларация о торговле органами и трансплантационном туризме (ред. 2018 г.) // Донор органов, донор жизни. [Электронный ресурс] URL: <https://www.jtransplantologiya.ru/jour/article/download/243/305> (Дата обращения 17.03.2023)
44. Теплов В. М. Концепция трехуровневой системы оказания скорой медицинской помощи в субъекте Российской Федерации в режиме

- повседневной деятельности и при чрезвычайных ситуациях биолого-социального характера. Специальности: 05.26.02 – безопасность в чрезвычайных ситуациях, 14.02.03 – общественное здоровье и здравоохранение. Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Теплов Вадим Михайлович; Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени И.П. Павлова. – 2022. – 342 с.
45. Теплов В. М., Алексанин С. С., Комедев С. С. Проблемы медицинской эвакуации и лечения в стационаре больных и пострадавших с внезапной остановкой кровообращения, развившейся вне медицинской организации // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2021. – № 2. – С. 89-94.
46. Теплов В. М., Комедев С. С., Скворцов А. Е. Первый опыт применения экстракорпоральной мембранной оксигенации в комплексе расширенной сердечно-легочной реанимации в стационарном отделении скорой медицинской помощи // Скорая медицинская помощь. – 2018. – Т. 19. – № 1. – С. 67-71.
47. Теплов В. М., Комедев С. С., Скворцов А. Е. Экстренный пациент с невосстановленным сердечным ритмом как комплексная проблема догоспитального и госпитального этапов скорой медицинской помощи // Скорая медицинская помощь. – 2018. – Т. 19. – № 4. – С. 17-21.
48. Теплов В.М., Шах Б.Н., Смирнов Д.Б. Оптимизация работы отделения хирургической реанимации многопрофильного стационара в условиях оказания экстренной помощи // Эфферентная терапия. - 2013. – В. 2. - С. 26-27.
49. Теплов В.М., Шах Б.Н., Смирнов Д.Б. Организация работы отделения хирургической реанимации многопрофильного стационара, оказывающего экстренную медицинскую помощь // Вестник экстренной медицины. - 2013. – В. 3. - С. 33-34.

50. Титов В. Н. Теория периферического сердца. И становление в филогенезе сердечно-сосудистой (сосудисто-сердечной) системы. // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. – 2010. - С. 5-22.
51. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 28.12.2022) "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" [Электронный ресурс]
URL: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=I8iGMZT4Sv3ZO Vw41&cacheid=EC612B5CE7376BA2867606E67D7EADDD&mode=splus&rnd=eqaaEQ&base=LAW&n=422434&dst=100644#m3zLMZTyPnrYko2s> (Дата обращения 18.03.2023)
52. Халиков А. А., Кузнецов К. О., Искужина Л. Р., Халикова Л. В. Судебно-медицинские аспекты внезапной аутопсия-отрицательной сердечной смерти // Судебно-медицинская экспертиза. – 2021. – В. 64. - С. 59–63.
53. Хубулава Г. Г., Наумов А. Б., Марченко С. П. Оценка эффективности реанимационных мероприятий с использованием ЭКМО в модели острой гипоксической остановки кровообращения у свиней (экспериментальное исследование) // Педиатр. – 2014. – Т. 5. – № 4. – С. 20-26.
54. Хубутя М. Ш., Виноградов В. Л., Гуляев В. А., Прокудин А. В. / К вопросу классификации доноров с небующим сердцем // Трансплантология. – 2012. - С. 22-25
55. Черкесов В. В., Руденский А. Р. Сердечно-легочная реанимация в истории медицины // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2020. – № 3(7). – С. 545-551.
56. Шелухин Д. А. Павлов А. И., Кузнецов С. В. Первый в России успешный опыт применения продленной экстракорпоральной мембранной оксигенации у родильницы с синдромом Такоубо // Акушерство и гинекология. – 2019. – № 7. – С. 131-136.
57. Щеголев А. В., Шелухин Д. А., Ершов Е. Н. Эвакуация пациентов с дыхательной недостаточностью в условиях экстракорпоральной

- мембранной оксигенации // *Анестезиология и реаниматология*. – 2017. – Т. 62, № 1. – С. 32-35.
58. Ярош Р. Г., Шестакова Л. Г., Крачак Д. И. Применение вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации у кардиохирургических пациентов с посткардиотомным синдромом // *Евразийский кардиологический журнал*. – 2016. – № 3. – С. 141-142.
59. Avalli L., Maggioni E., Formica F. 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. - V. 83. - P. 579 - 583.
60. Bailey R. A., Browse N. L., Keating V. J., Br Heart J. Automatic external cardiac massage : a portable pneumatic external cardiac compression machine. – 1964. – V. 26(4). – P. 481-489.
61. Barker C. F., Markmann J. F. Historical overview of transplantation // *Cold Spring Harb Perspect Med*. – 2013.
62. Bartlett R. H., Roloff D. W., Custer J. R., Younger JG, Hirschl R. B. Extracorporeal life support: the University of Michigan experience. - *JAMA*. – 2000. – V. 283(7). – P. 904-908.
63. Bayés de Luna A., Elosua R. Sudden death // *Revista Española de Cardiología (English Edition)*– 2012. - V. 65. – P. 1039-1052.
64. Chamogeorgakis T., Rafael A., Shafii A. E. Which is better: a miniaturized percutaneous ventricular assist device or extracorporeal membrane oxygenation for patients with cardiogenic shock? // *ASAIO J*. - 2013. - V. 59. - P. 607-611.
65. Coppler P. J., Abella B. S., Callaway C. W. Korean Hypothermia Network Investigators and the National Post-Arrest Research Consortium. Variability of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation utilization for refractory adult out-of-hospital cardiac arrest: an international survey study // *Clin Exp Emerg Med*. – 2018. – V. 5(2). – P. 100-106.
66. Dalton H. J., Rycus P. T., Conrad S. A. Update on extracorporeal life support 2004 // *Semin Perinatol*. – 2005. - V. 29(1). – P. 24-33.

67. Dausset J. Iso-leuco-anticorps [Iso-leuko-antibodies] // *Acta Haematol.* - 1958. – V. 20(1-4). – P. 156-66.
68. DeBakey M. E. John Gibbon and the heart-lung machine: a personal encounter and his import for cardiovascular surgery // *Ann Thorac Surg.* – 2003. – V. 76(6). – P. 2188-2194.
69. Debaty G, et al. Prognostic factors for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation recipients following out-of-hospital refractory cardiac arrest. A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation.* - 2017. - V. 112:1. - P. –10.
70. Dörfler J. Über die Naht von Arterienwunden 261 // *Chir.* – 1895. – T. 22. – C. 1113.
71. Dschietzig T., Laule M., Melzer C. Langzeitbehandlung einer schweren respiratorischen // Globalinsuffizienz mittels extrakorporalem Lungen-Assist-System (ECLA). – 2005. – V. 42. – P. 365–370.
72. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) // ECLS Registry Report. [Электронный ресурс]. URL:<https://www.elseo.org/Registry/Statistics/InternationalSummary.aspx> (Дата обращения 3.12.2022г.)
73. Firstenberg M. S., Blais D., Louis L. B., Stevenson K. B., Sun B., Mangino J. E. Extracorporeal membrane oxygenation for pandemic (H1N1) 2009 // *Emerging Infectious Diseases.* - 2009. – V.15. - P. 2059-2060.
74. Fishman G. I., Chugh S. S., Dimarco J. P. Sudden cardiac death prediction and prevention: report from a National Heart, Lung, and Blood Institute and Heart Rhythm Society Workshop // *Circulation.* – 2010. - V. 122(22). – P.2335-2348.
75. Grasselli G., Foti G., Patroniti N., Giuffrida A., Cortinovis B., Zanella A., Pagni F., Mergoni M., Pesci A., Pesenti A. A case of ARDS associated with influenza A - H1N1 infection treated with extracorporeal respiratory support // *Minerva Anesthesiol.* – 2009 - V. 75(12). – P. 741-745.
76. Grasselli G., Pesenti A., Marcolin R. Percutaneous vascular cannulation for extracorporeal life support (ECLS): A modified technique // *Int J Artif Organs.* - 2010. - V. 33. - P.553 - 557.

77. Gravlee G. P., Davis R. F., Kurusz M., Utley J. R. Historical Development of Cardiopulmonary Bypass: Cardiopulmonary Bypass Principles and Practice. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. - 2008. - P. 521.
78. Gregorini M., Ticozzelli E., Abelli M. Kidney Transplants From Donors on Extracorporeal Membrane Oxygenation Prior to Death Are Associated With Better Long-Term Renal Function Compared to Donors After Circulatory Death. // *Transpl Int.* - 2022.
79. Guenther S., Theiss H. D., Fischer M. Percutaneous extracorporeal life support for patients in therapy refractory cardiogenic shock: initial results of an interdisciplinary team // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* - 2014. - V. 18. - P.283-291.
80. Guo J. G., Cao J., Zhang W. M., Meng F. G., Zhang Z., Xu B. J., Qian X. M. Application of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in adult patients with refractory cardiac arrest // *J Thorac Dis.* – 2021. – V. 13(2). – P. 831-836.
81. Ha T. S., Yang J. H., Cho Y. H., Chung C. R., Park C. M., Jeon K., Suh G. Y. Clinical outcomes after rescue extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest // *Emerg Med J.* – 2017. – V. 34(2). – P. 107-111.
82. Haas N. L., Coute R. A., Hs C. H. Descriptive analysis of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation following out of hospital cardiac arrest: An ELSO registry study // *Resuscitation.* - 2017. - V. 119. - P. 56-62.
83. Hake T. G. Studies on ether and chloroform from Professor Shiffs physiology laboratory // *Practitioner.* – 1874. - V. 12. – P. 241
84. Haneya A., Philipp A., Diez C. A 5-year experience with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support in non-postcardiotomy patients with cardiac arrest // *Resuscitation.* - 2012. - V. 83(11). - P. 1331-1337.
85. Harkins, G., Bramson M. Mechanized external cardiac massage for cardiac arrest and for support of the failing heart // *The Journal of surgical research.* - 1961. - V.1. - P.197-200.
86. Harrison J. H., Merrill J. P., Murrey J. E. Renal homotransplantation in identical twins // *Surg Forum.* – 1956. – V. 6. – P. 432-436.

87. Hightower D., Thomas S. H., Stone C. K. Decay in quality of closed-chest compressions over time // *Ann Emerg Med.* - 1995. - V.26. - P. 300-303.
88. Inoue A., Hifumi T., Sakamoto T., Kuroda Y. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation for Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Adult Patients // *J Am Heart Assoc.* – 2020. – V. 9(7).
89. Jaboulay M., Briau E. Recherches expérimentales sur la suture et la greffe artérielles // *Lyon méd.* – 1896. – T. 81. – C. 97.
90. Kashiura M., Sugiyama K., Tanabe T., Akashi A., Hamabe Y. Effect of ultrasonography and fluoroscopic guidance on the incidence of complications of cannulation in extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: a retrospective observational study // *BMC Anesthesiol.* – 2017. – V. 17(1). – P. 4.
91. Kern K. B., Carter A. B., Showen R.L. Comparison of mechanical techniques of cardiopulmonary resuscitation: survival and neurologic outcome in dogs // *Am J Emerg Med.* - 1987. - V.5. - P.190-195.
92. Kim S. J., Jung J. S., Park J. H., Park J. S., Hong Y. S., Lee S. W. An optimal transition time to extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for predicting good neurological outcome in patients with out-of-hospital cardiac arrest: a propensity-matched study // *Crit Care.* – 2014. – V. 18(5). - P. 535.
93. Kim S. J., Kim H. J., Lee H. Y., Ahn H. S., Lee S. W. Comparing extracorporeal cardiopulmonary resuscitation with conventional cardiopulmonary resuscitation: A meta-analysis // *Resuscitation.* – 2016. – V. 103. – P. 106-116.
94. Kootstra G., Talbot D., D'Alessandro A. History of non-heartbeating donation. *Organ Donation and Transplantation after Cardiac Death.* – Oxford University Press. - 2009. – P. 1–6
95. Krarup N. H., Terkelsen C. J., Johnsen S. P., Clemmensen P., Olivecrona G. K., Hansen T. M., Trautner S., Lassen J. F. Quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest is hampered by interruptions in chest compressions - a nationwide prospective feasibility study // *Resuscitation.* – 2011. – V. 82(3). – P. 263-269.

96. Lamhaut L., Hutin A., Puymirat E. A Pre-Hospital Extracorporeal Cardio Pulmonary Resuscitation (ECPR) strategy for treatment of refractory out hospital cardiac arrest: An observational study and propensity analysis // *Resuscitation*. – 2017. – V. 117. - P. 109-117.
97. Landmark article Aug 5, 1968: A definition of irreversible coma. Report of the Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to examine the definition of brain death // *JAMA*. – 1984. – V. 252(5). – P. 677-679.
98. Lee J. J., Han S. J., Kim H. S. Out-of-hospital cardiac arrest patients treated with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal membrane oxygenation: focus on survival rate and neurologic outcome // *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. - 2016. – V. 24. – P. 74.
99. Leick J., Liebetrau C., Szardien S. Door to implantation time of extracorporeal life support systems predicts mortality in patients with out of hospital cardiac arrest // *Clin Res Cardiol*. – 2013. – V. 102. – P. 661–669.
100. Lin Y., Huang H., Chen L., Chen R., Liu J., Zheng S., Ling Q. Assessing Donor Liver Quality and Restoring Graft Function in the Era of Extended Criteria Donors // *J Clin Transl Hepatol*. – 2023. – V. 11(1). – P. 219-230.
101. Littre' r E. Oeuvres comple'tes d'Hippocrate. Paris: Baillie` re. – 1846. - V. 5.
102. Liu M., Shuai Z., Ai J., Tang K., Liu H., Zheng J., Gou J., Lv Z. Mechanical chest compression with LUCAS device does not improve clinical outcome in out-of-hospital cardiac arrest patients: A systematic review and meta-analysis // *Medicine (Baltimore)*. – 2019. – V. 98(44). – P. 1-7.
103. Maekawa K., Tanno K., Hase M., Mori K., Asai Y. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin: a propensity-matched study and predictor analysis // *Crit Care Med*. 2013. – V. 41(5). – P. 1186-1196.
104. Main J. M., Prent R. T. Successful skin homografts after the administration of high dosage X radiation and homologous bone marrow // *J Natl Cancer Inst*. – 1955. – V. 15(4). – P. 1023-1029.

105. Mattox K. L., Beall A. C. Resuscitation of the moribund patient using a portable cardiopulmonary bypass // *Ann Thorac Surg.* - 1976. - V. 22. - P.436 - 442.
106. Mègarbane B., Leprince P., Deye N. Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest // *Intensive Care Med.* - 2007. - V. 33. - P.758 - 764.
107. Nichol G., Karmy-Jones R., Salerno C. Systematic review of percutaneous cardiopulmonary bypass for cardiac arrest or cardiogenic shock states // *Resuscitation.* - 2006. - V. 70. - P. 381 - 394.
108. Nobre de Jesus G., Neves I., Gouveia J., Ribeiro J. Feasibility and performance of a combined extracorporeal assisted cardiac resuscitation and an organ donation program after uncontrolled cardiocirculatory death (Maastricht II) // *Perfusion.* – 2022.
109. Ohbe H., Tagami T., Ogura T., Matsui H., Yasunaga H. Low-Flow Duration and Outcomes of Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in Adults With In-Hospital Cardiac Arrest: A Nationwide Inpatient Database Study // *Crit Care Med.* 2022. – V. 50(12). – P. 1768-1777.
110. Otani T., Sawano H., Natsukawa T., Matsuoka R., Nakashima T., Takahagi M., Hayashi Y. D-dimer predicts bleeding complication in out-of-hospital cardiac arrest resuscitated with ECMO // *Am J Emerg Med.* – 2018. – V. 36(6). – P. 1003-1008.
111. Pearson J., Navarro R., Redding J.. Evaluation of mechanical devices for closed-chest massage // *Anesth. Analg.* - 1966. - V.45. - P.590-598.
112. Pike F.H., Guthrie C.C., Stewart G.N. Studies in resuscitation: the general conditions affecting resuscitation, and the resuscitation of the blood and of the heart // *The Journal of experimental medicine.* - 1908. - V.10. - P.371-418.
113. Rankin J. “Cerebral vascular accidents in patients over the age of 60.” // *Scott Med J.* – 1957. -V2. – P. 200-215.
114. Reid T. D., Kratzke I., Dayal D., Raff L., Serrano P., Kumar A., Boddie O., Zendel A., Gallaher J., Carlson R., Boone J., Charles A. G., Desai C. S. The role

- of extracorporeal membrane oxygenation in adult kidney transplant patients: A qualitative systematic review of literature // *Artif Organs*. – 2022.
115. Reynolds J. C., Grunau B. E., Elmer J., Rittenberger J. C., Sawyer K. N., Kurz M. C., Singer B., Proudfoot A., Callaway C. W. Prevalence, natural history, and time-dependent outcomes of a multi-center North American cohort of out-of-hospital cardiac arrest extracorporeal CPR candidates // *Resuscitation*. – 2017. – V. 117. - P. 24-31.
116. Rodriguez L. M., Tocker A. M., Hammond R. G., Givner D. Cardiac arrest: automatic ECG synchronised external cardiac massage machine // *J Kans Med Soc*. - 1962. - V.63. - P.420-421
117. Rousou J. A., Engelman R. M., Flack J. E. Emergency cardiopulmonary bypass in the cardiac surgical unit can be a lifesaving measure in postoperative cardiac arrest // *Circulation*. - 1994. - V. 90. - P.11280 - 11284.
118. Safar P. Cerebral resuscitation after cardiac arrest: a review // *Circulation*. – 1986. – V. 74 (6 Pt 2). – P. 138-53.
119. Safar P. On the future of reanimatology // *Academic Emergency Medicine*. – 2000. - V.7(1). – P. 75-89.
120. Safar P. Сердечно-легочная и церебральная реанимация; Пер. с англ. Селезнева М.Н; Под ред. Л.В. Новицкой-Усенко. - 2. изд., перераб. и доп. - М. : Медицина, 2003. - XVII, 533 с.
121. Safar P., Harris L. The Beck-Rand external cardiac compression machine // *Anesthesiology*. - 1963. - V. 24. - P.586-588.
122. Shemie S. D., Baker A. J., Knoll G. National recommendations for donation after cardiocirculatory death in Canada: Donation after cardiocirculatory death in Canada // *CMAJ*. – 2006. – V. 175(8).
123. Singer B., Reynolds J. C., Lockey D. J., O'Brien B. Pre-hospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation // *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. – 2018. - V. 26(1). – P. 21.
124. Snow J. On Chloroform and Other Anaesthetics. London, John Churchill. – 1858.

125. Standards for Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) and Emergency Cardiac Care (ECC) / American Heart Association Committee on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiac Care // JAMA. - 1974. - V. 227. - P. 833-866.
126. Steen S., Liao Q., Pierre L. Evaluation of LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation // Resuscitation. - 2002. - V.55. - P.285-299.
127. Stub D., Bernard S., Pellegrino V., Smith K. Refractory cardiac arrest treated with mechanical CPR, hypothermia, ECMO and early reperfusion (the CHEER trial) // Resuscitation. – 2015. – V. 86. – P. 88-94.
128. Sun T., Guy A., Sidhu F. Veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) for emergency cardiac support // J Crit Care. - 2017. - V. 44. - P. 31-38.
129. Suverein M. M., Delnoij T. S. R., Lorusso R. Early Extracorporeal CPR for Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest // N Engl J Med. 2023. - V. 388(4). – P. 299-309.
130. Syed M., Khan M. Z., Osman M., Sulaiman S., Agrawal P., Raina S., Patel B., Bianco C., Balla S., Daggubati R. Sixteen-Year National Trends in Use and Outcomes of VA-ECMO in Cardiogenic Shock // Cardiovasc Revasc Med. – 2022. – V. 44. – P. 1-7.
131. Taran S., Steel A., Healey A., Fan E., Singh J. M. Organ donation in patients on extracorporeal membrane oxygenation: considerations for determination of death and withdrawal of life support // Can J Anaesth. – 2020. – V. 67(8). – P. 1035-1043.
132. Terasaki H., Yamashiro K., Tsuno K., Kaneko T., Koda H., Nogami T., Otsu T., Ezaki K., Hashiguchi A., Morioka T. [Experimental ECMO for 23 days in a goat]. // Masui. – 1983. – V. 32(1). – P. 21-29.
133. The International Registry of Organ Donation and Transplantation IRODaT [Электронный ресурс] URL: <https://www.irodat.org/> (Дата обращения 17.03.2023)

134. The Remarkable Case of Anne Greene. Текст электронный. URL: <https://davidkiddhewitt.wordpress.com/2017/05/15/the-remarkable-case-of-anne-greene/> (Дата обращения 7.01.2023)
135. Timerman S., Cardoso L.F., Ramires J.A.F, Halperin H. Improved hemodynamic performance with a novel chest compression device during treatment of in-hospital cardiac arrest // *Resuscitation*. - 2004. - V.61. - P.273.
136. Tranberg T., Lassen J. F., Kalsoft A. K., Hansen T. M. Quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest before and after introduction of a mechanical chest compression device, LUCAS-2; a prospective, observational study // *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. – 2015. – V. 23. – P. 37.
137. Ullman E. Tissue and organ transplantation // *Ann Surg*. – 1914. – V. 60(2). – P. 195-219.
138. Valero R., Cabrer C., Oppenheimer F., Trias E., Sánchez-Ibáñez J., De Cabo F. M., Navarro A., Paredes D., Alcaraz A., Gutiérrez R., Manyalich M. Normothermic recirculation reduces primary graft dysfunction of kidneys obtained from non-heart-beating donors // *Transpl Int*. – 2000. – V. 13(4). – P. 303-310.
139. Voronoy U. Blocking the reticuloendothelial system in man in some forms of mercuric chloride intoxication and the transplantation of the cadaver kidney as a method of treatment for the anuria resulting from the intoxication // *Siglo Med*. – 1937. – T. 97. – C. 296.
140. Walpoth B. H., Locher T., Leupi F. Accidental deep hypothermia with cardiopulmonary arrest: Extracorporeal blood rewarming in 11 patients // *Eur J Cardiothorac Surg*. - 1990. - V. 4. - P.390 - 393.
141. Warltier A. A machine for giving external cardiac massage // *Triangle*. - 1963. - V.20. - P.63-66.
142. Weiss J., Elmer A., Béchir M., Brunner C., Eckert P., Endermann S., Lenherr R., Nebiker M., Tisljar K., Haberthür C., Immer F. F. Comité National du Don d'Organes (CNDO). Deceased organ donation activity and efficiency in

- Switzerland between 2008 and 2017: achievements and future challenges // BMC Health Serv Res. – 2018. – V. 18(1). – P. 876.
143. Wik L., Kramer-Johansen J., Myklebust H., Sørebo H., Svensson L., Fellows B., Steen P. A. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest // JAMA. – 2005. – V. 293(3). – P. 299-304.
144. Works of Paracelsus // Prov Med J Retrospect Med Sci. – 1842. – V. 4(86). – P. 130.
145. Younger J. G., Schreiner R. J., Swaniker F., Hirschl R. B., Chapman R. A., Bartlett R. H. Extracorporeal resuscitation of cardiac arrest // Acad Emerg Med. – 1999. – V. 6(7). – P. 700-707.
146. Yukawa T., Kashiura M., Sugiyama K. Neurological outcomes and duration from cardiac arrest to the initiation of extracorporeal membrane oxygenation in patients with out-of-hospital cardiac arrest: a retrospective study // Scand J Trauma Resusc Emerg Med. - 2017. - V. 16. - P. 95.
147. Zoll P. M., Linenthal A. J., Gibson W., Paul M. H., Norman L. R. Termination of ventricular fibrillation in man by externally applied electric countershock // N Engl J Med. – 1956. – V. 254(16). – P. 727-732.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Карта пациента с внезапной сердечной смертью

ФИО пациента	
Возраст	
Время и дата поступления	
№ мед. карты	
Время начала СЛР	
Кардиомассажер	
Время эвакуации	
Время начала ЭКМО	
Длительность ЭКМО	
Осложнения ЭКМО	
Канюляция	
Деканюляция	
Причина ВОК	
Исход	
Вскрытие	
Примечания	

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕРВЫЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА И.П. ПАВЛОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова
Минздрава России)

Принято решением
ученого совета
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ
им. И.П. Павлова Минздрава России
(протокол № 7 от 16.03.2020г.)



Утверждаю:
Ректор ФГБОУ ВО ПСПбГМУ
им. И.П. Павлова Минздрава России

С.Ф. Багненко
16 03 2020 г.

N 197 от 16.03.2020

**Положение
о центре лечения внезапной сердечной смерти
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России**

1. Общие положения.

1.1. Центр лечения внезапной сердечной смерти (далее – Центр) ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России (далее – Университет) создан на функциональной основе с целью координации научной и лечебно-диагностической деятельности отделений, участвующих в лечении пациентов с внезапным прекращением кровообращения эндогенной природы.

1.2. Центр создается, реорганизуется и ликвидируется приказом ректора на основании решения ученого совета Университета.

1.3. Центр в своей деятельности руководствуется: Федеральным законом от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»; законодательством Российской Федерации, действующими нормативными и правовыми актами Минздрава России, Минобрнауки России, Уставом Университета, Правилами внутреннего трудового распорядка Университета, приказами и распоряжениями ректора, распоряжениями проректоров по научной и лечебной работе, указаниями главного врача клиники, директора научно-исследовательского института хирургии и неотложной медицины, иными локальными нормативными актами Университета и настоящим Положением.

1.4. К участию в работе Центра привлекаются сотрудники следующих структурных подразделений Университета:

- стационарное отделение скорой медицинской помощи клиники научно-исследовательского института хирургии и неотложной медицины клиники Университета;
- отдел скорой медицинской помощи научно-исследовательского института хирургии и неотложной медицины;
- отдел трансплантологии и органного донорства научно-исследовательского института хирургии и неотложной медицины;
- научно-клинический центр анестезиологии и реаниматологии;
- научно-исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии научно-исследовательского института хирургии и неотложной медицины;
- отделение рентгеновской компьютерной томографии № 1 клиники Университета.

1.5. При необходимости для осуществления возложенных на Центр задач к его деятельности могут привлекаться иные структурные подразделения Университета с согласия их непосредственных руководителей, а также иные учреждения и организации.

1.6. Центр является базой для реализации научно-исследовательских работ: фундаментальных, прикладных и клинических исследований в лечении внезапного прекращения кровообращения эндогенной природы.

1.7. Сотрудники, участвующие в работе Центра, вправе осуществлять комплекс лечебно-диагностических мероприятий, направленных на восстановление сердечной деятельности и поддержания органного кровообращения у пациентов, доставленных в клинику Университета в состоянии клинической смерти, с соблюдением требований действующего законодательства РФ, а также участвовать в научной деятельности Университета.

1.8. Сотрудники, участвующие в работе Центра, вправе пользоваться помещениями, расположенными по адресу: 197022, город Санкт-Петербург, улица Льва Толстого 6-8, лит. Я (корпус 44), 1 этаж, стационарное отделение скорой медицинской помощи клиники научно-исследовательского института хирургии и неотложной медицины клиники Университета.

1.9. Руководство Центром возлагается на лицо, назначаемое приказом ректора Университета. Общее руководство деятельностью Центра осуществляют ректор Университета, проректор по лечебной работе, проректор по научной работе, главный врач клиники Университета.

1.10. Содержание и регламентацию работы Центра определяют годовые и перспективные планы развития, локальные нормативные акты Университета. Отчет о деятельности Центра представляется директору научно-исследовательского института хирургии и неотложной медицины не реже 1 раза в год.

2. Цели и задачи Центра.

2.1. Целями Центра являются:

2.1.1. Оказание скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи пациентам, поступающим в клинику Университета в состоянии клинической смерти, в том числе с помощью современных высокотехнологичных методик.

2.1.2. Проведение и координация научных и клинических исследований по вопросам внезапной сердечной смерти.

2.2. Задачами Центра являются:

2.2.1. Применение наравне со стандартами оказания медицинской помощи при внезапной сердечной смерти перспективных современных методов лечения, в том числе перфузионных технологий, направленных на поддержание жизнедеятельности организма при внезапном прекращении кровообращения эндогенной природы.

2.2.2. Проведение необходимых лабораторных, инструментальных и аппаратных диагностических исследований с применением современных методов обследования больных для выявления и устранения причин, вызвавших внезапное прекращение кровообращения.

2.2.3. Изучение возможностей использования перфузионных технологий как органсберегающего метода у умерших с необратимым прекращением сердечной и мозговой деятельности.

2.2.4. Совершенствование, разработка и внедрение в практику здравоохранения новых методов диагностики и лечения больных с внезапной сердечной смертью в рамках проведения научно-исследовательской деятельности.

3. Направления деятельности Центра.

Для реализации указанных задач Центр осуществляет следующие направления деятельности:

3.1. Оказание скорой, в том числе скорой специализированной, и высокотехнологичной медицинской помощи населению Санкт-Петербурга и других регионов РФ.

3.2. Проведение научных исследований по актуальным вопросам скорой медицинской помощи и внедрение положительных результатов в практическое здравоохранение.

3.3. Информирование населения через средства массовой информации о проблемах внезапной сердечной смерти и методах ее профилактики.

3.4. Систематический анализ деятельности Центра, определение мероприятий по совершенствованию его деятельности.

3.5. Направление предложений по подготовке и проведению процедуры аккредитации специалистов, включая предложения по материально-техническому обеспечению, проректорам Университета по направлению.

3.6. Участие в составлении совместно с директором научно-исследовательского института хирургии и неотложной медицины расписания работы врачей, участвующих в работе Центра.

3.7. Представление интересов Университета во взаимоотношениях с различными учреждениями, органами, организациями и физическими лицами по вопросам лечения и диагностики внезапной сердечной смерти в соответствии с выданной ректором Университета доверенностью.

3.8. Формирование и ведение информационной системы баз данных Центра, представление ежегодной отчетности о деятельности в установленном порядке.

3.9. Участие в формировании образовательной и информационной среды в Университете.

3.10. Участие в конференциях, семинарах, симпозиумах, а также в иных мероприятиях, предусмотренных ежегодными планами Университета и иных организаций по направлению деятельности Центра.

3.11. Привлечение сотрудников, участвующих в работе Центра, в разработку и проведение клинических испытаний в установленном порядке.

3.12. Внедрение в практику новых методов профилактики, диагностики и лечения внезапной сердечной смерти.

3.13. Сбор клинического материала для защиты диссертаций.

3.14. Участие в публикации научных трудов, научно-медицинских разработок, пособий, практических рекомендаций.

4. Права, обязанности и ответственность сотрудников, участвующих в работе Центра.

4.1. Режим работы Центра определяется Правилами внутреннего трудового распорядка Университета.

4.2. Права, обязанности и ответственность сотрудников, участвующих в работе Центра, устанавливаются их трудовыми договорами и должностными инструкциями.

4.3. Сотрудники, участвующие в работе Центра, вправе:

- принимать участие в разработке целевых государственных и негосударственных программ, а также программ в рамках международного сотрудничества;

- принимать участие в российских и международных съездах, конференциях и семинарах;

- организовывать научную апробацию, экспертизу новых перспективных способов и методов лечения внезапного прекращения кровообращения эндогенной природы, готовить рекомендации по их использованию в практическом здравоохранении.

4.4. Сотрудники, участвующие в работе Центра, обязаны:

- выполнять должностные обязанности, индивидуальные планы работы;
- участвовать в общих мероприятиях Центра и Университета, если в этом возникает необходимость.

4.5. Руководитель Центра несет персональную ответственность за:

- своевременность выполнения задач и направлений деятельности, возложенных на Центр;
- качество и выполнение планов работ по всем направлениям деятельности Центра;
- создание условий для эффективной работы Центра и сотрудников, участвующих в работе Центра;
- организацию в Центре оперативной и качественной подготовки и исполнения документов, ведение делопроизводства в соответствии с действующими в Университете правилами и инструкциями;
- соблюдение трудовой дисциплины;
- соблюдение Устава Университета, Правил внутреннего трудового распорядка, правил техники безопасности, иных локальных нормативных актов Университета, правил пожарной безопасности.

СОГЛАСОВАНО:

Проректор по научной работе

Ю.С. Полушин

Проректор по лечебной работе

О.А. Гриненко

Главный врач клиники Университета

Е.А. Карпова

Руководитель центра лечения внезапной сердечной смерти

В.М. Теплов

Начальник управления правового обеспечения

Ю.М. Лексина

Начальник отдела кадров

Е.Б. Горбадей

**Локальный этический комитет
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации**

197022, г. Санкт-Петербург,
ул. Льва Толстого 6-8, лит. Ч

Тел/факс: (812) 338-66-17

Выписка из протокола № 255
заседания Локального этического комитета
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России
от «25» октября 2021 г.

1. Заседание состоялось по адресу: Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого 6-8, лит. Ч

2. Присутствовали члены Этического комитета:

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1. Звартау Э.Э. | 6. Кетова Т.Н. |
| 2. Трофимов В.И. | 7. Старцева Я.И. |
| 3. Черевкова М.В. | 8. Цибин А.Ю. |
| 4. Гнедова С.В. | 9. Эмануэль Ю.В. |
| 5. Егорова Н.В. | |

3. Слушали:

Рассмотрение вопроса об одобрении протокола оказания медицинской помощи больным с внезапной остановкой кровообращения, реализуемого в стационарном отделении скорой медицинской помощи ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова.

Дело № 23/21-н (Теплов В.М.)

Представленные документы:

- Заявка на проведение этической экспертизы;
- Направительное письмо от главного исследователя Теплова В.М.;
- Список исследователей с квалификационными данными;
- Протокол оказания медицинской помощи больным с внезапной остановкой кровообращения.

Выступили:

Эксперт этического комитета с информацией об исследовании и предложением одобрить данный протокол.

Путем консенсуса постановили:

Одобрить протокол оказания медицинской помощи больным с внезапной остановкой кровообращения, реализуемый в стационарном отделении скорой медицинской помощи ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова.

Председатель
Локального этического комитета
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова
Минздрава России, д.м.н., профессор

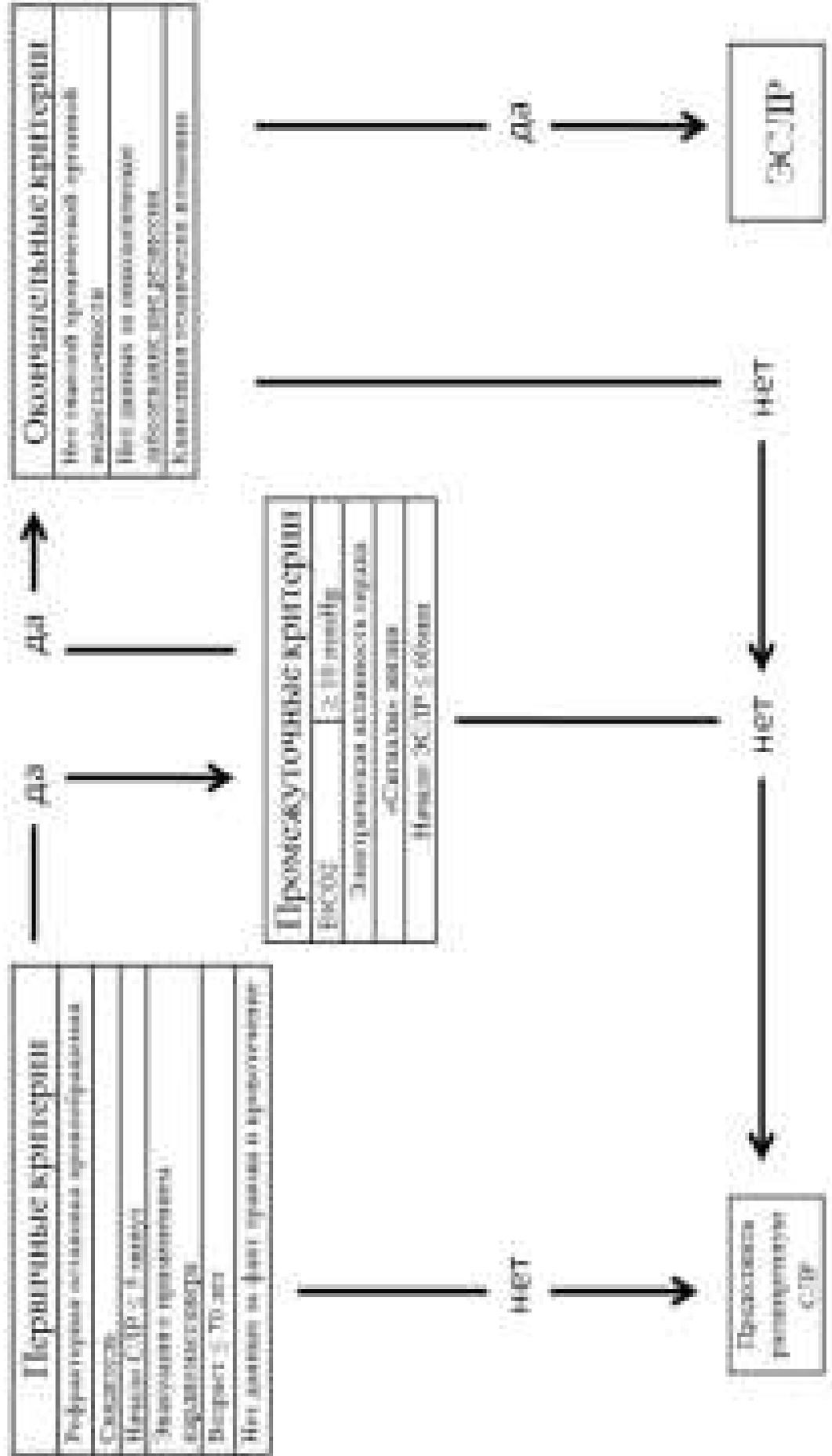


Э.Э. Звартау

Ответственный секретарь
Локального этического комитета
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова
Минздрава России

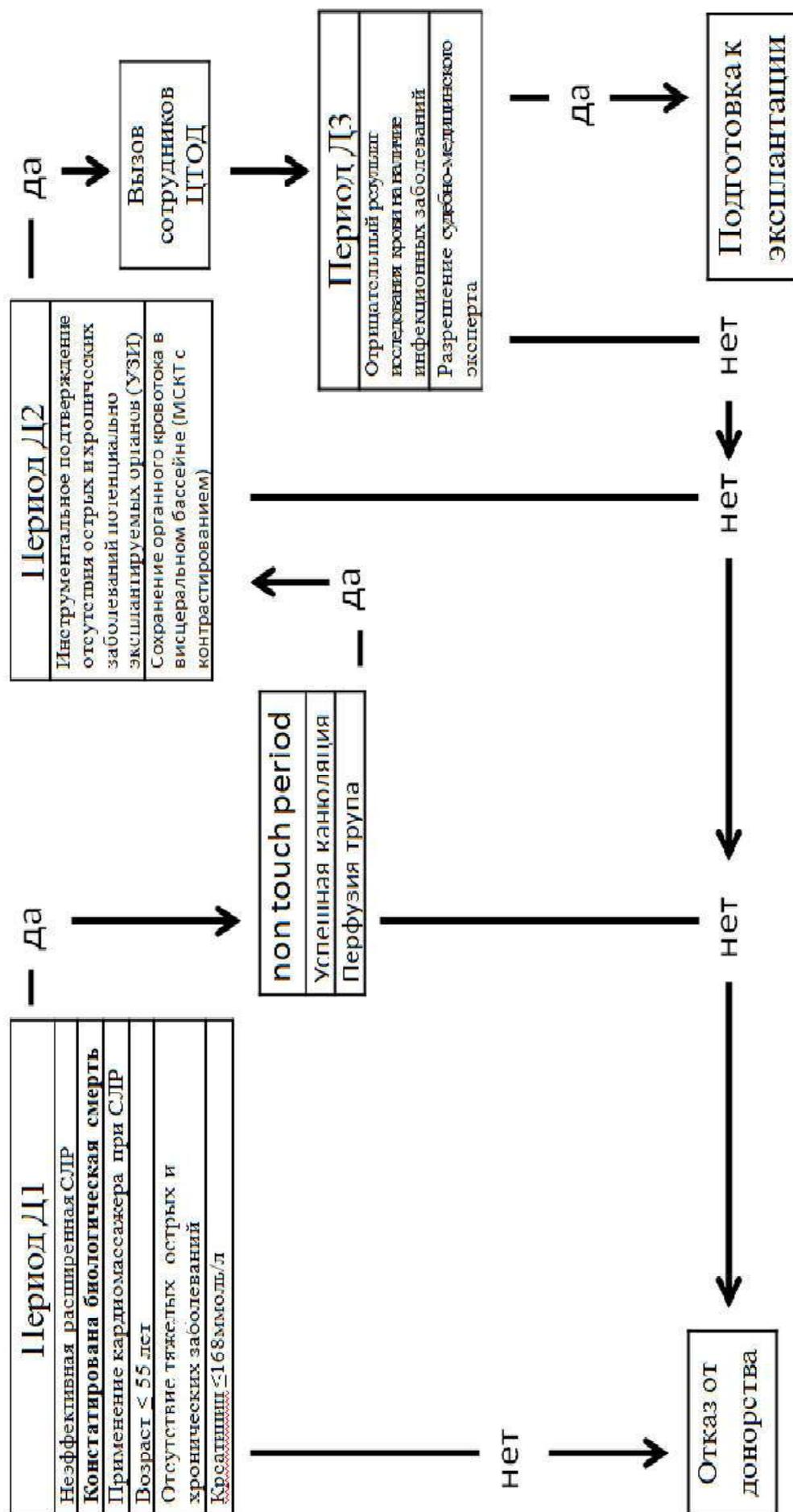
М.В. Черевкова

Алгоритм принятия решения о применении 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 мин	Да	Нет	
Электрическая активность сердца	Да	Нет	
ETCO ₂ /PaCO ₂ > 10 mm Hg	Да	Нет	
Признаки жизни - хотя бы один (отсутствие двустороннего мидриаза, наличие фотореакций зрачков, рефлексов, реакции на боль, спонтанных движений)	Да	Нет	
Отсутствие неизлечимых заболеваний и осложнений	Да	Нет	

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



Карта трупа-донора

ФИО пациента	
Возраст	
Время и дата поступления	
№ мед.карты	
Кардиомассажер	
Время эвакуации	
Время начала ЭКМО	
Длительность ЭКМО	
Осложнения ЭКМО	
Канюляция	
Креатинин	
АЛТ	
АСТ	
СКТ брюшной полости	
Эксплантация	
Трансплантация	
Примечания	