



МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ



Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
имени А.М. Никифорова»

**МЕДИЦИНСКАЯ ЭВАКУАЦИЯ ПОСТРАДАВШИХ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
И ТЯЖЕЛОБОЛЬНЫХ С ПРОВЕДЕНИЕМ
ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ МЕМБРАННОЙ ОКСИГЕНАЦИИ:
принципы, технологии, организационно-методическое обеспечение**



Методические рекомендации

Санкт-Петербург
2023

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
имени А.М. Никифорова»

**МЕДИЦИНСКАЯ ЭВАКУАЦИЯ ПОСТРАДАВШИХ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
И ТЯЖЕЛОБОЛЬНЫХ С ПРОВЕДЕНИЕМ
ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ МЕМБРАННОЙ
ОКСИГЕНАЦИИ: ПРИНЦИПЫ, ТЕХНОЛОГИИ,
ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Методические рекомендации

Санкт-Петербург
2023

Медицинская эвакуация пострадавших в чрезвычайных ситуациях и тяжелообольных с проведением экстракорпоральной мембранной оксигенации: принципы, технологии, организационно-методическое обеспечение // Методические рекомендации – СПб : ООО «ИПЦ «Измайловский», 2023. – 150 с.

Авторы: к.м.н. ШЕЛУХИН Д.А. (разделы 1-4, 6, приложение 2), член-корр. РАН АЛЕКСАНИН С.С. (разделы 3.1, 6, заключение), академик РАН ГОНЧАРОВ С.Ф. (раздел 5), д.мед.н., д.психол.н. проф. РЫБНИКОВ В.Ю. (разделы 3.1, 6, заключение), д.м.н. доцент БАРАНОВА Н.Н. (раздел 5), д.м.н. ГУМЕНЮК С.А. (приложение 1), к.м.н. НЕСТЕРЕНКО Н.В. (раздел 6), ПАВЛОВ А.И. (разделы 1-4).

В методических рекомендациях описана технология проведения транспортного варианта экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО), включая ее назначение, виды, область применения, критерии отбора пациентов, особенности их подготовки к выполнению медицинской эвакуации в условиях ЭКМО, а также практические и организационные аспекты ее применения.

Методические рекомендации разработаны в ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России в рамках НИР «Медицинская эвакуация пострадавших в чрезвычайных ситуациях и тяжелообольных с проведением экстракорпоральной мембранной оксигенации: принципы, технологии, организационно-методическое обеспечение, в том числе с учетом неудовлетворительной санитарно-эпидемиологической обстановки в отношении пациентов с особо опасными инфекциями» (Шифр «ЭКМО», номер государственной регистрации 122031100369-0), **в форме руководства для специалистов авиамедицинских бригад МЧС России.**

Указанное руководство было рассмотрено 16.03.2023 на заседании **профильной комиссии по медицине катастроф Министерства здравоохранения Российской Федерации, одобрено и рекомендовано к утверждению и практическому применению в форме методических рекомендаций.** Указанные рекомендации профильная комиссия по медицине катастроф рекомендовала дополнить разделами по организации внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности при применении методики транспортной ЭКМО, а также программой повышения квалификации медицинского персонала по теории и практике применения транспортной ЭКМО, что было выполнено коллективом авторов с привлечением ведущих специалистов по медицине катастроф ФМБА России и Департамента здравоохранения г. Москва.

Методические рекомендации предназначены для медицинского персонала, участвующего в оказании медицинской помощи (скорой, скорой специализированной в экстренной форме, анестезиолого-реанимационной) и медицинской эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях и тяжелообольных, в том числе санитарной авиацией. Оно также может быть использовано в системе дополнительного профессионального образования при повышении квалификации медицинского персонала (врачей скорой медицинской помощи, анестезиологов-реаниматологов, а также врачей-специалистов других специальностей, привлекаемых для участия в авиамедицинской эвакуации - хирургов, кардиологов, пульмонологов, сердечно-сосудистых хирургов, неонатологов, педиатров и др.).

© ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России, 2023

© Коллектив авторов

Содержание

Список сокращений и условных обозначений.....	4
Введение.....	6
1. История развития технологии ЭКМО	7
2. Краткое описание сущности технологии	8
2.1. Современное определение, компоненты, назначение и область применения технологии ЭКМО.....	9
2.2. Современная классификация технологии ЭКМО.....	14
2.3. Канюляция (классификация, особенности, осложнения).....	18
2.4. Осложнения, сопряженные с технологией ЭКМО	28
2.5. Мониторинг параметров сопряженных с технологией ЭКМО.....	39
2.6. Показания к применению ЭКМО	45
2.7. Противопоказания к применению ЭКМО	48
3. Медицинская эвакуация в условиях ЭКМО	51
3.1. Критерии отбора, шкала оценки транспортабельности (ШОТ) и потенциальной летальности (ШОТ-летальность).....	51
3.2. Подготовка пострадавших в ЧС и тяжелооболых к медицинской эвакуации в условиях ЭКМО.....	57
3.3. Подключение ЭКМО	58
3.4. Экстренная замена контура ЭКМО.....	64
3.5. Система организации медицинской эвакуации в условиях ЭКМО в режиме ЧС и повседневной деятельности	66
4. Особенности медицинской эвакуации пациентов с особо опасными инфекциями на ЭКМО.....	70
5. Организация внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности при применении транспортного ЭКМО.....	77
6. Повышение квалификации медицинского персонала по вопросам теории и практики применения транспортной ЭКМО	81
6.1. Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Технология ЭКМО на догоспитальном и стационарном этапах».....	82
Заключение.....	100
Список литературы.....	102
Приложение.....	108

Список сокращений и условных обозначений

А-В ЭКМО	–	артерио-венозное ЭКМО (забор из артерии, возврат в вену)
АД	–	артериальное давление
АМГ	–	Аэромобильный госпиталь
АММК	–	авиа-медицинский мобильный комплекс
АЧТВ	–	Активированное частичное тромбиновое время
БрСМП	–	бригада скорой медицинской помощи
В-А ЭКМО	–	вено-артериальное ЭКМО (забор из вены, возврат в артерию)
ВАБК	–	внутриаортальная баллонная контрпульсация
В-АВ ЭКМО	–	вено-артерио-венозное ЭКМО (забор из одной вены, возврат в артерию и вену)
В-В ЭКМО	–	внутривенно-внутривенная ЭКМО (забор из вены, возврат в вену)
ВВ-А ЭКМО	–	вено-венозно-артериальное ЭКМО (забор из двух вен, возврат в артерию)
ВИВЛ	–	высокочастотная искусственная вентиляция легких
ВПОТ	–	высокопоточная оксигенотерапия
ВЦЭРМ	–	ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А.М. Никифорова» МЧС России
ВЭКС	–	временная электрокардиостимуляция
ЖКТ	–	желудочно-кишечный тракт
ИВЛ	–	искусственная вентиляция легких
ИК	–	искусственное кровообращение
КТ	–	компьютерная томография
ЛА В-А ЭКМО	–	вено-легочно-артериальное ЭКМО (забор из вены или правого предсердия, возврат в легочную артерию)
ЛЖ	–	левый желудочек
МК	–	медицина катастроф
МНО	–	Международное нормализованное отношение
МЭ	–	медицинская эвакуация
НИВЛ	–	неинвазивная вентиляция легких
ОИМ	–	острый инфаркт миокарда
ОКС	–	острый коронарный синдром
ОНМК	–	острое нарушение мозгового кровообращения
ОСП	–	объемная скорость перфузии
ПЖ	–	правый желудочек
ПЖ/ЛАvent В-А ЭКМО	–	вено-артериальное ЭКМО с дренированием правого желудочка и легочной артерии
ПИ	–	перфузионный индекс
РЦ СМП	–	региональный центр скорой медицинской помощи
САК	–	субарахноидальное кровоизлияние
СДЛА	–	среднее давление в легочной артерии
СЗП	–	свежезамороженная плазма
СИЗ	–	средства индивидуальной защиты
СЛР	–	сердечно-легочная реанимация
СМП	–	скорая медицинская помощь
СПОН	–	синдром полиорганной недостаточности

ТИБ	– транспортировочный изолирующий бокс
ТРУ	– терморегулирующее устройство
ТЭЛА	– Тромбоэмболия легочной артерии
ХОБЛ	– хроническая обструктивная болезнь легких
ЦВД	– центральное венозное давление
ЦВК	– центральный венозный катетер
ЧМТ	– черепно-мозговая травма
ЧС	– чрезвычайная ситуация
ЧСС	– частота сердечных сокращений
ШОТ	– шкала оценки транспортабельности
ЭКМО/ЕСМО	– экстракорпоральная мембранная оксигенация / extracorporeal membrane oxygenation
ЭКПД	– экстракорпоральная поддержка жизни
ЭСЛР	– экстракорпоральная сердечно-легочная реанимация
АСТ	– activated clotting time (активированное время свертывания)
APTT	– activated partial thrombin time (активированное частичное тромбиновое время)
АТ-III	– антитромбин 3
BMI	– body mass index (индекс массы тела)
BSA	– body surface area (площадь поверхности тела)
CaO ₂	– содержание кислорода в артериальной крови
CI	– сердечный индекс
DIO ₂	– индекс доставки кислорода
DO ₂	– доставка кислорода к тканям
ECLS	– extracorporeal life support (экстракорпоральная поддержка жизни)
EIO ₂	– индекс экстракции кислорода
ELSO	– European live support organization
ERO ₂	– отношение экстракции кислорода
EXCOR	– extracorporeal (вне тела)
FiO ₂	– фракция кислорода во вдыхаемой газовой смеси
INCOR	– intracorporeal (внутри тела)
NIRS	– near infra-red spectroscopy (около инфракрасная спектроскопия)
PaO ₂	– напряжение кислорода в артериальной крови
PEEP	– positive end expiratory pressure (положительное давление в конце выдоха)
QI	– индекс перфузии ЭКМО
RPM	– rate pump mode (частота вращения насоса)
SaO ₂	– сатурация артериальной крови
SpreOxy O ₂ / SpostOxyO ₂	– сатурация перед оксигенатором / сатурация после оксигенатора
SvO ₂	– венозная сатурация
VAD	– ventricular assist device (ассистированная поддержка желудочка)
VIO ₂	– индекс потребления кислорода
VO ₂	– потребление кислорода тканями

Введение

Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО) является эффективным способом поддержания жизненно важных функций у пациентов разных возрастных групп и нозологических состояний, сопряженных с дыхательной, сердечной или сердечно-легочной недостаточностью. Данная методика основывается на базовых принципах искусственного кровообращения, однако может применяться не только в операционных в условиях стационара, но и за его пределами, в частности при выполнении медицинских эвакуаций пациентов, ранее считавшихся по всем канонам экстренной медицинской помощи «нетранспортабельными».

ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никитова МЧС России первым в России внедрил в практику медицинской эвакуации концепцию и технологию транспортного ЭКМО, в т.ч. в условиях санитарной авиации. Это позволило осуществить медицинскую эвакуацию и спасти крайне тяжелых пациентов, доставленных с подключением ЭКМО в федеральные специализированные медицинские учреждения, где пострадавшим в чрезвычайных ситуациях и тяжелообольным была оказана специализированная, в том числе высокотехнологичная медицинская помощь [1, 2, 3, 4].

1. История развития технологии ЭКМО

Первое теоретическое упоминание об оксигенации как процессе – R. Hooke 1635-1703 гг.; первые эксперименты с экстракорпоральным кровообращением (кровосмешением между сердечно-сосудистой системой животного и человека) J.B. Denis 1693 г.; первая концепция и эксперименты механического экстракорпорального кровообращения с помощью шприцов с кровью на комплексе сердце-легкие J. Le Gallois ¹ 1812 г. (Франция); попытки перфузии изолированной головы собаки с помощью шприцов с кровью Ch. E. Brown-Siquard 1857 г.; использования пузырькового оксигенатора для перфузии изолированной почки W. von Schroder 1882 г. (Австрия); прототип машины для искусственного кровообращения с оксигенатором (наклонный цилиндр с фазой контакта крови и газа) M.R.F. von Frey & M. von Gruber 1885 г. (Австрия, Германия); открытие Гепарина J. McLean 1916 г. (США); первое успешное ЭКМО всего тела собаки С.С. Брюхоненко С.И. Чечулин 1926г. (СССР); первая попытка применения ЭКМО у пациента с дыхательной недостаточностью J.A. Helmsworth 1952 г. (США); первая успешная операция на открытом сердце в условиях ЭКМО J.H. Gibbon 1953 г.; первый мембранный оксигенатор был сконструирован W.J. Kolff и с успехом испытан в эксперименте D. Effler в 1956 г. (Нидерланды); первое успешное клиническое применение ЭКМО у пациента с респираторным дистресс синдромом на фоне политравмы D.Hill 1972 г. (США); первое успешное клиническое применение ЭКМО у новорожденного с аспирацией меконием 1975 г. (США); первое транспортное ЭКМО машина/самолет R.H. Bartlett 1977 г. [5]; первое транспортное ЭКМО в России машина/ вертолет/самолет Д.А. Шелухин и др. 2015 г. [1]; первое транспортное ЭКМО у неонатального пациента в России А.В. Яковлев 2016 г. [2, 3]. Первые клинические случаи транспортной ЭКМО в России у взрослых и неонатологических пациентов были выполнены при участии сотрудников ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России.

¹ Le Gallois, Jean Julien Cйsar (1770-1814) первым на модели изолированного препарата легкого и сердца показал возможный принцип искусственного кровообращения за счет нагнетания крови в аорту шприцем в научном издании «Experiences sur le principe de la vie» 1812 г.

2. Краткое описание сущности технологии

В настоящее время экстракорпоральная мембранная оксигенация является эффективным способом поддержания жизненно важных функций сердца и легких в обеспечении кровообращения и газообмена с помощью центрифужного насоса, скорость перфузии которого обеспечивает контролирующая панель и оксигенатора соответственно (рис. 1). Основной принцип ЭКМО состоит в улучшении условий доставки кислорода и удалении углекислого газа с помощью искусственного (вспомогательного) кровообращения через мембранный оксигенатор, своего рода искусственное легкое. Также, метод позволяет управлять температурным гомеостазом больного за счет согревания или охлаждения циркулирующей в оксигенаторе крови с помощью терморегулирующего устройства (ТРУ) [6, 7].

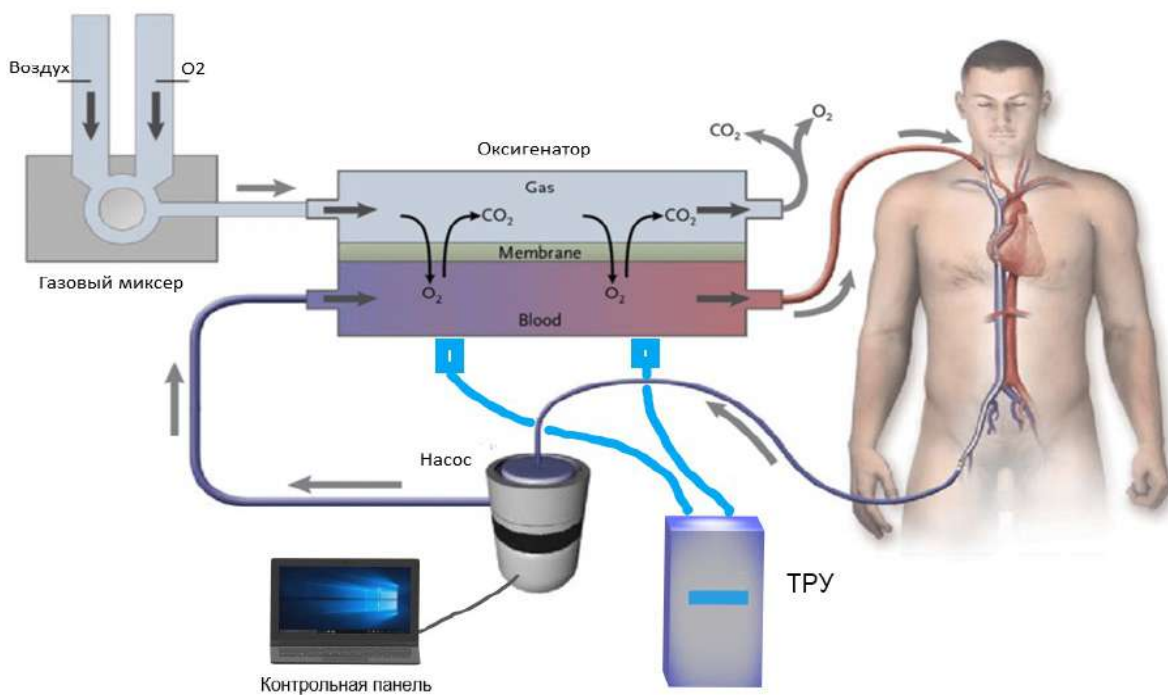


Рисунок 1. Схема контура аппарата ЭКМО, принцип экстракорпоральной перфузии и газообмена

Диффузия газов O_2 и CO_2 в кровь происходит через полупроницаемую мембрану, волокно (сплетенные между собой нано-трубки из полиметилпентена). Жидкость, выполняющая роль теплоносителя, циркулирует внутри непроницаемых трубок оксигенатора, расположенных поперечным

переплетением относительно нано-трубок из полиметилпентена, ее температура контролируется ТРУ. Снаружи волокно омывается направленным током крови, которая по мере прохождения через волокно мембраны насыщается кислородом (оксигенация) и освобождается от углекислого газа (декарбоксилирование) (рис. 2).

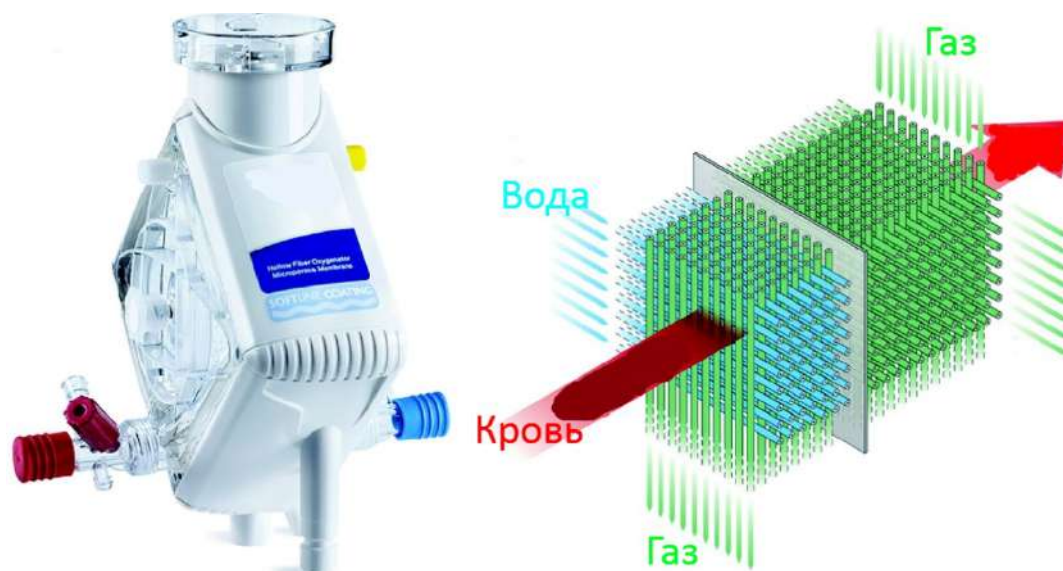


Рисунок 2. Устройство оксигенатора, отношение потоков воды, газа и крови

2.1. Современное определение, назначение и область применения технологии ЭКМО

Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО/ЕСМО²) или экстракорпоральная поддержка жизни (ЭКПД/ECLS³), второй вариант названия этой технологии можно все чаще встретить в англоязычной литературе, - это использование механических устройств для **временной** (от нескольких часов, дней, недель, до нескольких месяцев) поддержки функции сердца и/или легких (полностью или частично) при сердечно-легочной недостаточности, посредством искусственной циркуляции и газообмена крови вне тела пациента, которая направлена на восстановление функции органа или его замещению [8]. Данное определение наиболее точное из множества встречающихся вариантов, и слово «временная» является ключевым в этом определении. С помощью этой

² ЕСМО – англ. Extracorporeal membrane oxygenation

³ ECLS – англ. Extracorporeal life support

технологии мы даем пациенту самое ценное – время, замещая функцию сердца или легких, неспособных к должному уровню жизнеобеспечения организма и ожидаем, что за это самое время сердце или легкие смогут восстановиться (поправиться) или мы успеем найти и применить альтернативное решение, например: трансплантация здорового донорского органа или имплантация дорогостоящего механического устройства перманентной поддержки желудочков сердца (VAD⁴). Кроме того, ЭКМО может также применяться для изолированной перфузии органов и тканей «*in vivo*» применяется у пациента или потенциального донора (рис. 3) и «*ex vivo*» применяется для сохранения и оценки функционального состояния органа (рис. 4), ткани, части тела, например конечность (рис. 5).

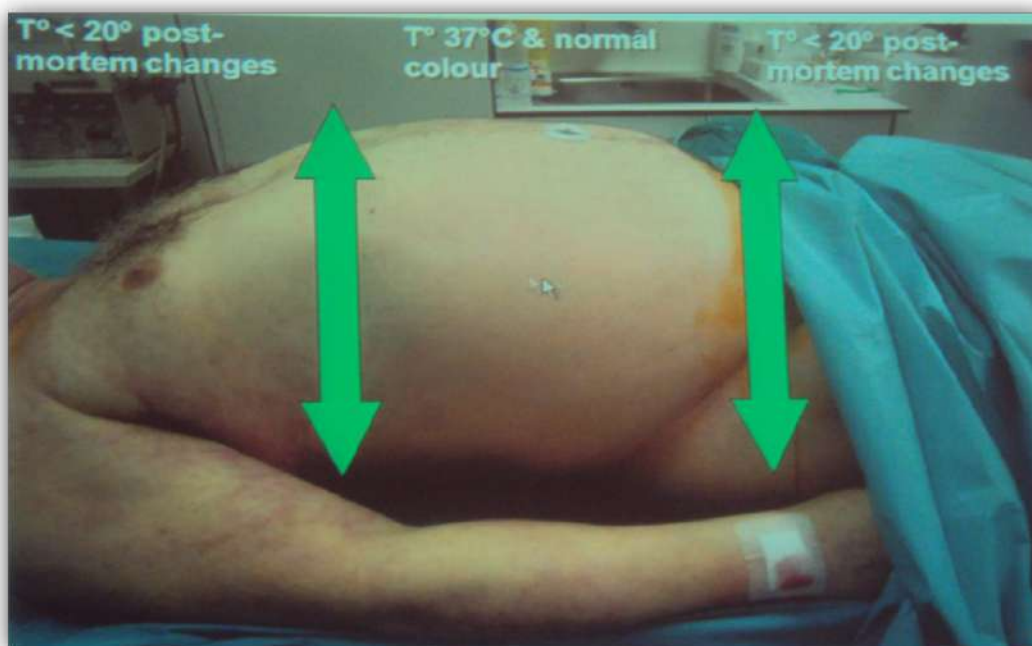


Рисунок 3. Изолированная нормотермическая перфузия органов брюшной полости и забрюшинного пространства тела донора «*in vivo*»

На рисунке 3 верхняя и нижняя часть туловища исключены из кровообращения с помощью раздувания двух баллонов Фогерти в просвете аорты, соответственно над ее бифуркацией и выше чревного ствола. Температура верхней и нижней части туловища сравнивается с температурой окружающей среды 20°C, в то время как органы, расположенные внутри- и

⁴ VAD – англ. Ventricular assist device

забрюшинно имеют целевую нормотермическую температуру 37°C. На рисунке 4 представлена изолированная перфузия донорского органа (сердце) с управляемой терморегуляцией и газообменом. В случае перфузии донорского сердца могут быть задействованы варианты полной или частичной циркуляторной поддержки, а также градиентной (без насоса) перфузии с управляемой через ВЭКС частотой и силой (адренергическая поддержка) сердечных сокращений. По протоколу «ЕвроТрансплант» сердце может транспортироваться на дальние расстояния в пределах отведенных 48 часов [9].



Рисунок 4. Изолированная нормотермическая перфузия сердца «ex vivo»

На рисунке 5 представлена изолированная перфузия на аппарате ЭКМО нижней конечности после травматической ампутации. Данный метод позволяет сохранить жизнеспособность тканей, путем оптимизации объемной скорости перфузии, температуры тканей, уровня гемоглобина, кислородного баланса, что увеличивает шансы на успешную реимплантацию. В это же время стабилизируется состояние пострадавшего комплексом мероприятий по хирургическому гемостазу и интенсивной противошоковой терапии. При необходимости пациент и ампутированная часть тела могут быть

транспортированы на следующий этап специализированной высокотехнологичной помощи.



Рисунок 5. Изолированная гипотермическая перфузия ампутированной при травме нижней конечности «ex vivo»

Исходя из определения и функциональной задачи технологии ЭКМО (поддержка газообмена и/или системной гемодинамики), выделяют две большие группы нозологий, сопряженных с дыхательной и циркуляторной недостаточностью:

I. Дыхательная недостаточность:

- пневмонии разной этиологии;
- острая декомпенсация хронической обструктивной болезни легких;
- синдром острого повреждения легких;
- зеспиракторный дистресс синдром;
- асфиксия;
- врожденная дисплазия легких (диафрагмальная грыжа⁵) [10];
- врожденная аномалия внебрюшинного развития органов (омфалоцеле⁶, гастрошизис⁷) [11];

⁵ Диафрагмальная грыжа встречается с частотой 1 случай на 3000 родов, летальностью до 70-90%

⁶ Омфалоцеле встречается с частотой 1 случай на 3200 родов, летальностью от 35 до 95%

⁷ Гастрошизис встречается с частотой 1 случай на 2900 родов, летальностью до 15%

- декомпенсированная хроническая дыхательная недостаточность, подлежащая трансплантации легких через лист ожидания;

- «мост» к любому другому решению, например, трансплантация легких.

Стоит отметить, что до 15 % политравм [9], 40 % случаев термоингаляционной травмы [12], эмболии околоплодными водами [13], тромбоэмболии легочной артерии [14], аспирация [15], в т.ч. меконием [16, 17] – сопровождаются развитием вторичного респираторного дистресс синдрома легких. Технология ЭКМО в этом случае будет показана при жизнеугрожающей, рефрактерной к другим (традиционным) видам терапии гипоксии (критическое снижение O₂) и гиперкапнии (критическое повышение CO₂).

II. Циркуляторная недостаточность:

- низкий сердечный выброс;
- циркуляторный шок;
- остановка кровообращения (клиническая смерть);
- «мост» к любому другому решению, например, трансплантация сердца или имплантация искусственного механического желудочка сердца (VAD) через лист ожидания.

Низкий сердечный выброс и циркуляторный шок могут быть связаны с разными нозологиями: ОКС, ОИМ, ТЭЛА, синдром «Такоцубо», миокардит, посткардиотомный синдром, сепсис, глубокая гипотермия. Применение технологии ЭКМО в этих случаях будет сопряжено с рефрактерной традиционной терапией (высокие дозы катехоламинов, ВАБК и др.), не позволяющей стабилизировать состояние системной гемодинамики пострадавшего в ЧС или тяжелобольного. Также ЭКМО в настоящее время применяется при экстракорпоральной сердечно-легочной реанимации (ЭСЛР), которая в настоящее время является наиболее эффективным методом восстановления системной гемодинамики при рефрактерной традиционной СЛР [18].

2.2. Современная классификация технологии ЭКМО

1. По канюляции относительно сердца выделяют:

- **Центральное ЭКМО**, подразумевает хирургическую (открытым способом) постановку канюль непосредственно в сердце и корень/дугу аорты, доступ осуществляется как правило через стернотомию, реже торакотомию, применяется у детей и взрослых, чаще при кардиохирургических вмешательствах (рис. 6 А).

- **Периферическое ЭКМО**, подразумевает постановку канюль в крупные сосуды пункционным или хирургическим способом, имеет ряд преимуществ сопряженных с меньшими рисками развития кровотечений, инфекции, позволяет активизировать пациента (вертикализация, гимнастика) (рис. 6 Б), однако, при ретроградной схеме перфузии в аорте может потенцировать синдром «Ар-лекино» (гипоксия миокарда, головного мозга и правой верхней конечности) при сочетании у пациентов циркуляторной и дыхательной недостаточности (рис. 9).

- **Комбинированный вариант ЭКМО, сочетающий центральную и периферическую канюляции**, применяется с целью уменьшения потенциальных осложнений, сопряженных с центральной канюляцией (кровотечение, инфицирование), отчасти упрощает возможность активизации пациента (рис. 6 В).

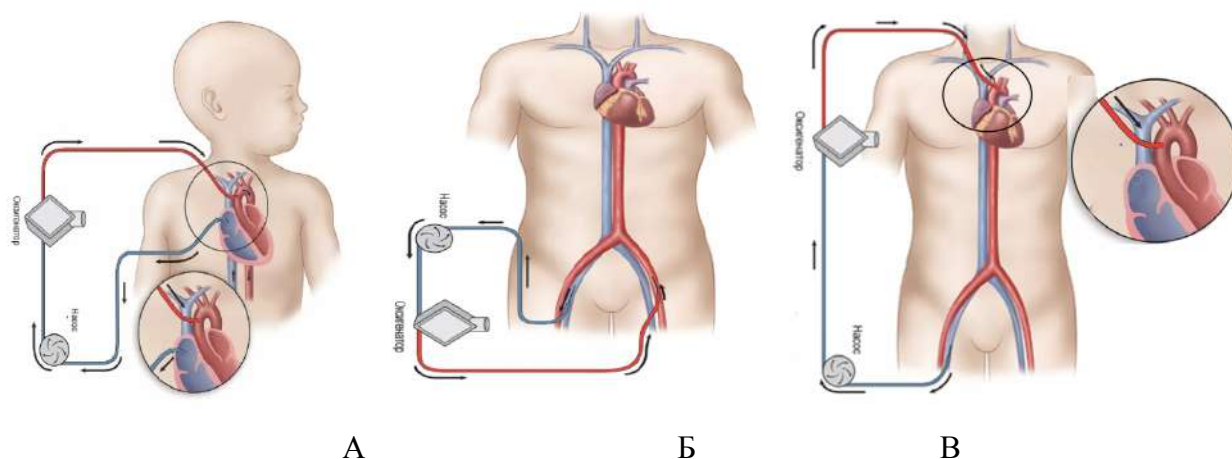


Рисунок 6. Схема подключения ЭКМО относительно сердца ⁸

⁸ А – центральное; Б – периферическое; В – центрально-периферическое

2. По типу кровообращения выделяют:

- **Вено-артериальное (В-А) ЭКМО**, подразумевает забор венозной крови из крупного венозного сосуда (v. cava int., v. cava sup., v. jugularis int., v. femoralis) или правого предсердия, возврат оксигенированной крови в крупный артериальный сосуд (aorta, a. femoralis, a. carotis int.), применяется преимущественно у пациентов с циркуляторной недостаточностью для моделирования необходимой объемной скорости перфузии и поддержания системной гемодинамики, как правило, это категория пациентов с рефрактерной традиционной терапией (катехоламины, ВАБК, СЛР) (рис. 7 А).

- **Вено-венозное (В-В) ЭКМО**, подразумевает забор и возврат венозной крови из крупного венозного сосуда (v. cava int., v. cava sup., v. jugularis int., v. femoralis), применяется у пациентов с дыхательной недостаточностью рефрактерной к традиционной респираторной терапии (ВПОТ, ИВЛ, ВИВЛ) (рис. 7 Б, В).

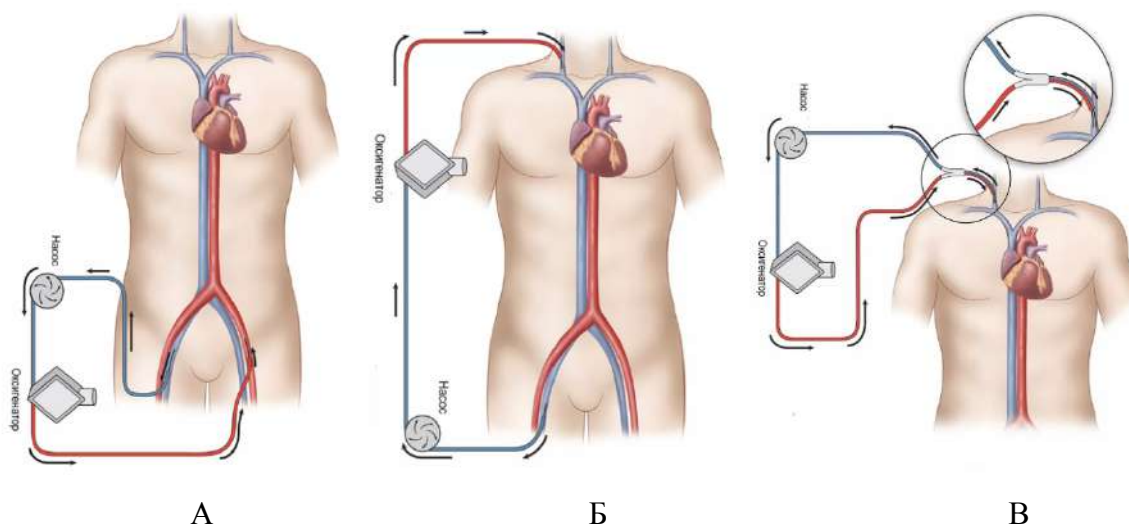


Рисунок 7. Схема периферического подключения ЭКМО ⁹

3. Также одним из вариантов подключения может быть:

- **Артерио-венозное (А-В) градиентное (без использования насоса) ЭКМО**, применяющаяся при дыхательной недостаточности, в большей степени сопряженной с гиперкапнией, например, у пациентов с тяжелым течением

⁹ А – вено-артериального ЭКМО; Б – вено-венозного ЭКМО с канюляцией нескольких сосудов; В – вено-венозного ЭКМО с канюляцией одного сосуда

ХОБЛ. В этом случае забор артериальной крови осуществляется из бедренной артерии, а возврат декарбоксилированной и дополнительно оксигенированной крови – в бедренную вену (рис. 8).

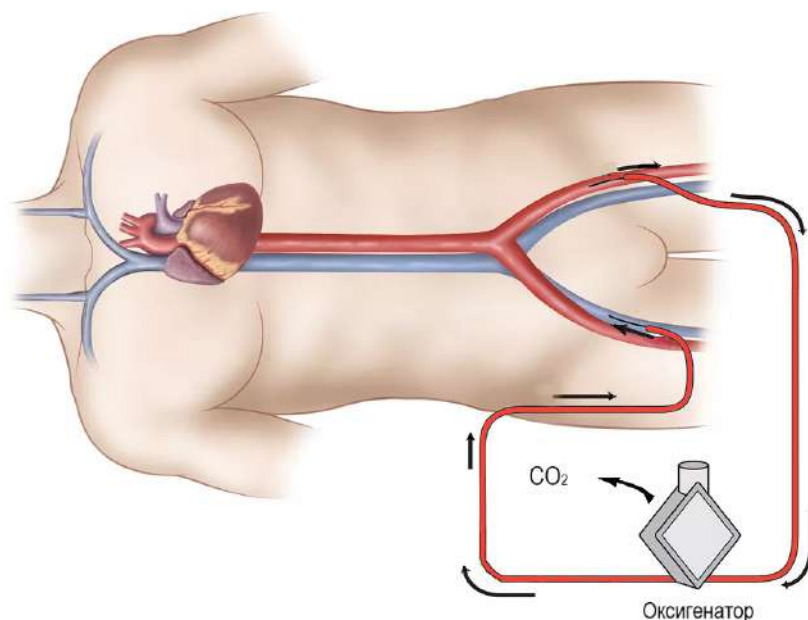


Рисунок 8. Схема периферического артерио-венозного без насосного ЭКМО

Перфузия осуществляется без насоса аппарата ЭКМО за счет градиента давления между бедренной артерией и веной. Объемная скорость потока крови через оксигенатор регулируется поддержанием уровня артериального давления, в ряде случаев для этого применяются катехоламины.

Есть более сложные *гибридные* (рис. 9 А) и *параллельные* (рис. 9 Б) схемы осуществления перфузии:

- **Гибридная вено-артериально-венозная (В-АВ) ЭКМО**, подразумевает необходимость постановки дополнительной возвратной артериальной канюли в v.jugularis int. для предотвращения гипоксии верхней части туловища при развитии синдрома «Арлекина».

- **Гибридная вено-венозно-артериальная (ВВ-А) ЭКМО**, подразумевает необходимость постановки дополнительной заборной (дренажной) канюли в крупную вену и/или правое предсердие при недостаточном притоке крови в контур аппарата ЭКМО.

- **Параллельный вено-венозный или параллельный вено-артериальный контур ЭКМО**, применяется при необходимости перфузии на больших скоростях при ограниченности номинальной мощности одного оксигенатора ¹⁰. Такая потребность может возникнуть у крупных пациентов с большой площадью поверхности тела или большим весом, так же клинически может возникнуть необходимость при высоком сердечном выбросе на фоне сепсиса или гиперметаболического синдрома.

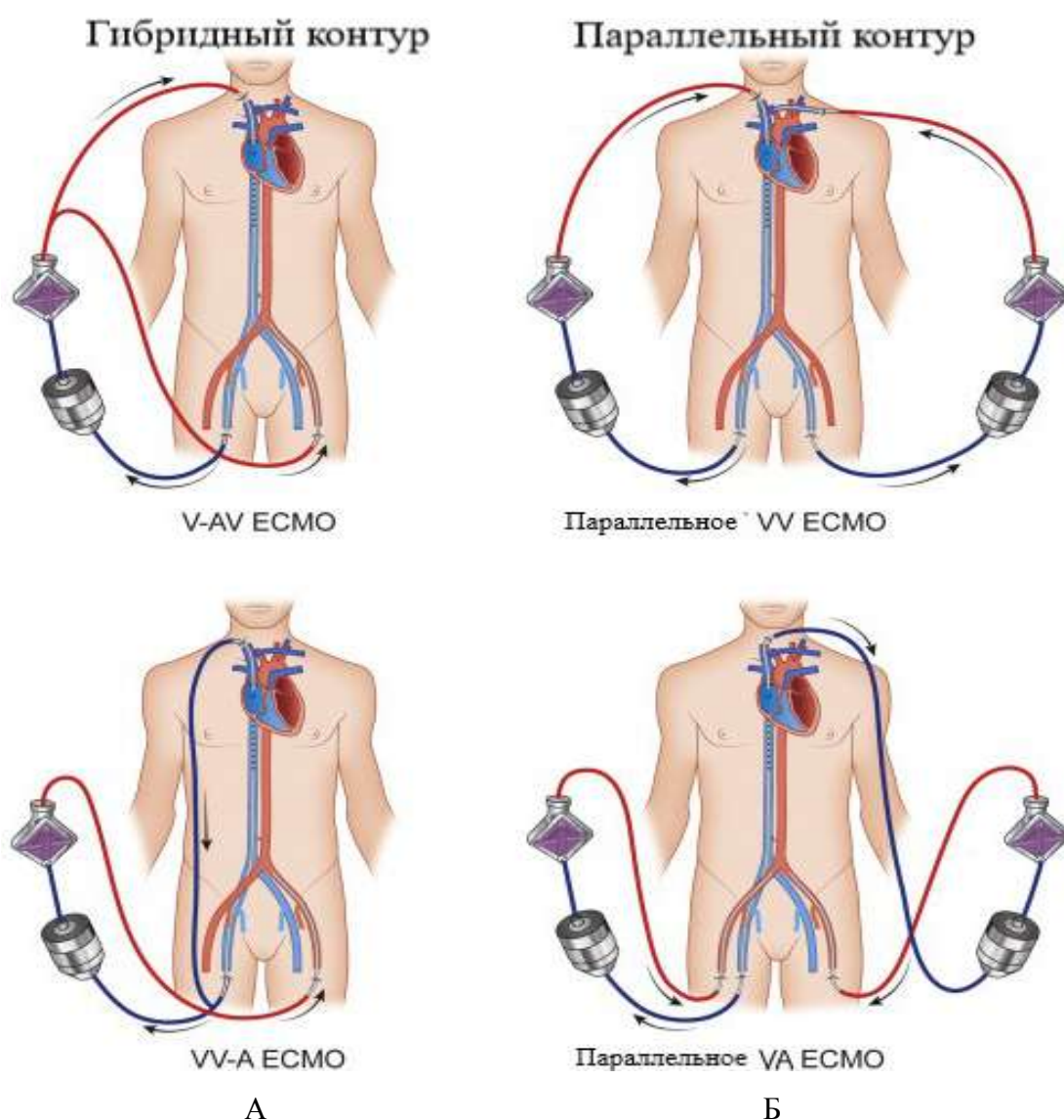


Рисунок 9. Гибридный контуры ЭКМО (А) и параллельные контуры ЭКМО (Б)

¹⁰ Номинальная мощность оксигенатора – это поток десатурированной венозной крови (на входе в оксигенатор) с уровнем SvO₂ 75% и гемоглобина Hb 120 г/л, который успешно оксигенируется в течении минуты до уровня артериальной крови (на выходе из оксигенатора) SaO₂ 95%

Как правило эта цифра заложена в названии оксигенатора, например HLS 7.0 – номинальная мощность соответствует 7.0л/мин скорости перфузии Q, при которых кровь с гемоглобином Hb 120 г/л насыщается кислородом с уровня SvO₂ 75% до SaO₂ 95%

2.3. Канюляция (классификация, особенности, осложнения)

1. По технике канюляции выделяют:

- **Хирургическую**, подразумевает разрез тканей и доступ к крупным сосудам и/или сердцу (рис. 10 А, Б).
- **Пункционную**, подразумевает технику пункции по Сельдингеру ¹¹ с применением ультразвуковой навигации (рис. 11).

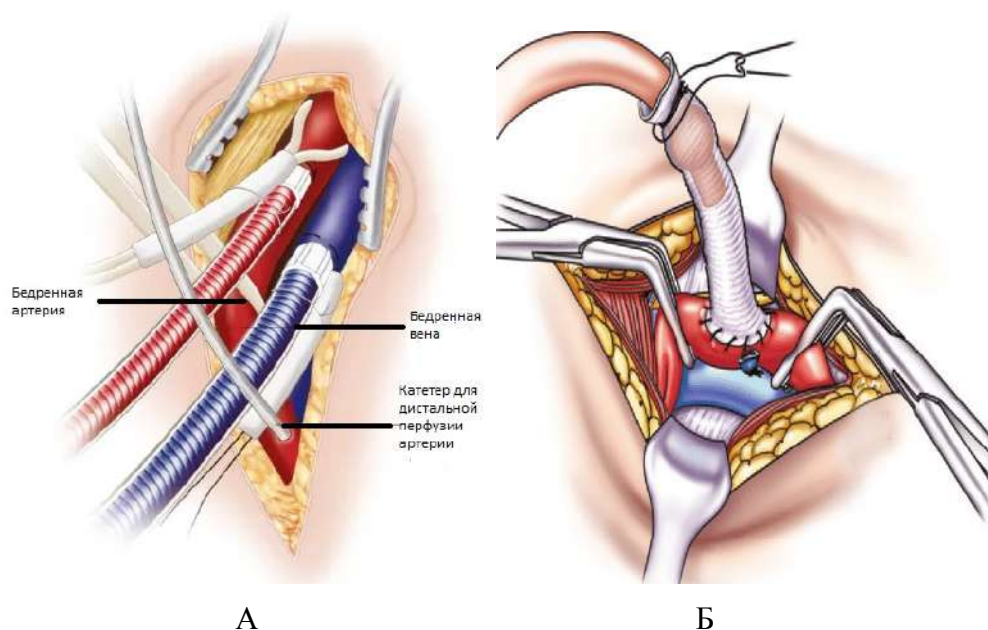


Рисунок 10. Хирургическая канюляция сосудов на бедре ¹²

Преимуществом хирургической канюляции является прямая визуализация сосудов, требует исполнения сердечно-сосудистым хирургом, к недостаткам методики можно отнести: повышенную вероятность образования гематом в условиях антикоагулянтной терапии, а также риски инфицирования. В ряде случаев канюляция выполняется через дополнительное наложение сосудистого протеза (рис. 9 Б), что уменьшает риски дистальной ишемии в бассейне кровоснабжения канюлируемой артерии. В детской (весом менее 20 кг) и неонатологической практике чаще применяется именно хирургическая техника канюляции, с применением кисетных швов и наложения турникетов на сосудах.

¹¹ Свен Ивар Сельдингер (швед. Sven Ivar Seldinger, 19 апреля 1921 – 21 февраля 1998) — шведский интервенционный радиолог. В 1953 г. предложил способ катетеризации артерий по проводнику, который в настоящее время широко применяется во многих областях медицины для катетеризации сосудов и полостей.

¹² А – прямая; Б – через протез

Причем чаще используют сосуды шеи (a. carotis int. dex. et v. jugularis int. dex.), что сопряжено с их большим диаметром относительно сосудов на бедре. У взрослых пациентов a. carotis int. dex. использовать не рекомендуется из-за больших рисков развития ОНМК.

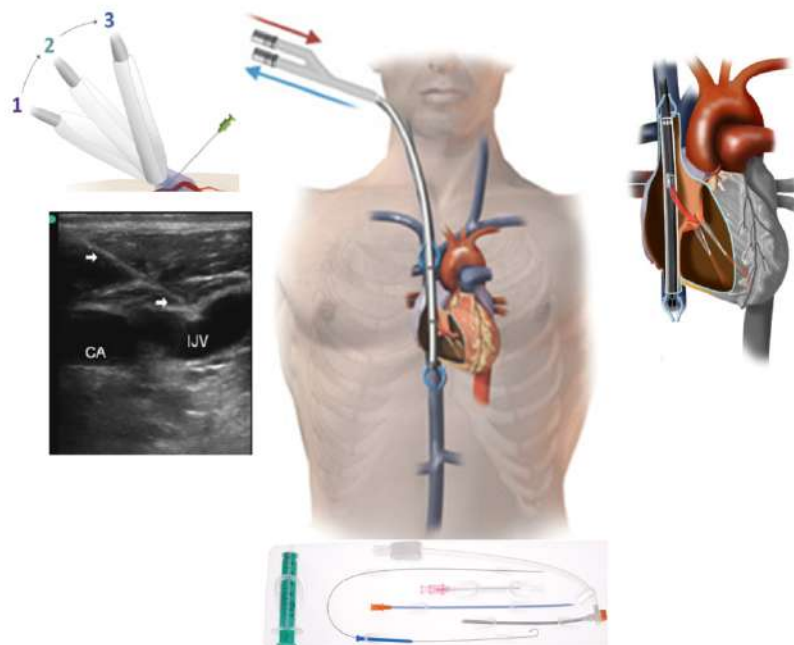


Рисунок 11. Пункционная канюляция сосудов на шее по Сильдигеру с ультразвуковой навигацией, трехступенчатая двухпросветная канюля

Преимуществом пункционной канюляции является меньший риск инфицирования, образования гематом в условиях антикоагулянтной терапии при правильно выполненной методике [19], может выполняться хирургом, анестезиологом, врачом СМП, однако требует дополнительной оснащенности и обладания навыками работы с ультразвуковым диагностическим оборудованием, в ряде случаев может быть сопряжена с большим риском развития ишемии в дистальном бассейне кровоснабжения канюлируемой артерии. Профилактика развития ишемии описана далее в главе 2.3 (особенности канюляции).

2. По типу канюль выделяют:

- **Однопросветную** (рис. 12 А). Может быть артериальная и венозная, отличаются функциональным дизайном и размерностью. Артериальная канюля

в ряде случаев имеет интегрированный порт стандарта Luer-Lock для возможности подключения шунта.

- *Двухпросветную* (рис. 12 Б). Как правило применяется для осуществления В-В ЭКМО при дыхательной недостаточности, за исключением специализированного применения двухпросветной двухступенчатой канюли для дренирования правого желудочка сердца, в этом случае это будет ЛА В-А ЭКМО, применяется при изолированной правожелудочковой недостаточности или дренирования правого желудочка сердца и легочной артерии, в этом случае это будет ПЖ/ЛАvent В-А ЭКМО, применяется при правожелудочковой недостаточности и/или легочной гипертензии.

- *Одноступенчатую.*
- *Двухступенчатую.*
- *Трехступенчатую.*

Количество ступеней определяется количеством векторов потока через канюлю разделенных анатомическими областями сердечно-сосудистой системы, так например, широкое применение получили канюли типа «Avalon» (трехступенчатая, двухпросветная) и «NovoPort» (двухступенчатая, двухпросветная), может применяться в позиции нижней полой вены, верхней полой вены, а также правого желудочка и легочной артерии.

К осложнениям, которые могут возникнуть в ходе канюляции можно отнести:

- Гематомы и кровотечения, чаще сопряжены с неаккуратной техникой канюляции, антикоагулянтной терапией, а также фиксацией канюль (непредвиденная дислокация). Уменьшить риски помогает: отказ от введения антикоагулянтов до момента начала ЭКМО при абсолютной уверенности в правильной и без осложнений постановке канюль, применение техники ультразвуковой навигации при пункции сосудов (контроль иглы и проводника в просвете сосуда), строгое соблюдение прецизионной техники по Сельдингеру (контроль продвижения дилататора под углом пункции строго по прямому натянутому проводнику, длина проводника должна контролироваться и быть

больше длины канюли в просвете сосуда во избежание его перфорации (рис. 13).

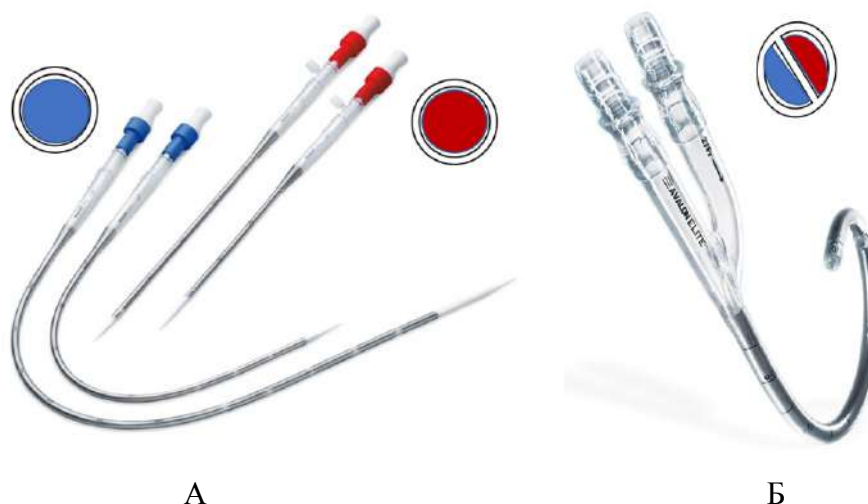


Рисунок 12. Канюли: однопросветная, одноступенчатая (А), двухпросветная, трехступенчатая «Avalon» (Б)

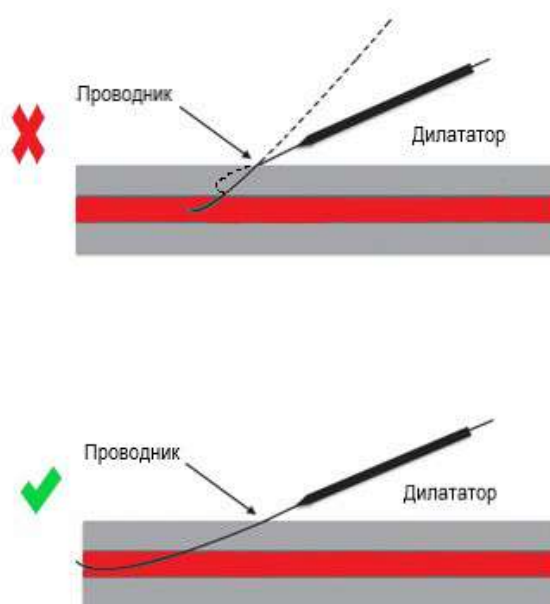


Рисунок 13. Контроль направления иглы, дилатора и проводника при канюляции

Внимательно также контролируйте позицию стилета относительно канюли (рис. 14). При канюляции сосудов на бедре следует работать строго ниже паховой связки, чтобы уменьшить риск формирования гематомы в тазу и

забрюшинном пространстве. При канюляции сосудов на шее, так же не следует осуществлять манипуляции близко к грудинно-подключичному сочленению, чтобы уменьшить риск формирования гематом средостения, плевральной (гемоторакс) и полости перикарда (тампонада сердца). В случае развития непреднамеренного повреждения сосуда канюлей ни в коем случае не убирайте ее самостоятельно без оценки повреждения с помощью рентгенологических визуализирующих методов с контрастированием (ангиография, компьютерная томография), канюля в этот момент фактически является обтурирующим дефект сосуда предметом.

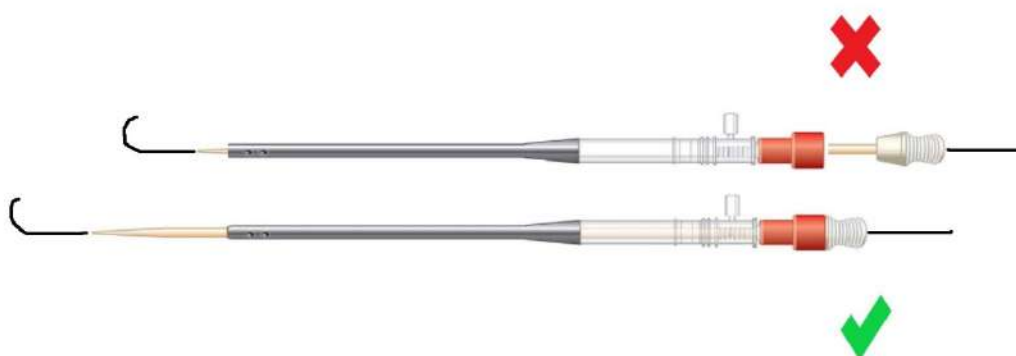


Рисунок 14. Контроль позиции стилета относительно канюли

Длительная инвазия канюль в ряде случаев может быть сопряжена с формированием пролежней мягких тканей в проекции сосудов и развитием аррозивных кровотечений.

- Диссекции сосудов.
- Дислокация канюль, может приводить к неэффективной перфузии, сопряженной с недостаточным объемом забора крови в венозной канюле, и как следствие снижению производительности аппарата ЭКМО или развитию эффекта рециркуляции при В-В ЭКМО между возвратной и заборной линиями контура, при смещении канюль(и) относительно заданных анатомических ориентиров, что будет сопряжено со снижением коэффициента полезного действия ЭКМО в обеспечении системного газообмена. В ряде случаев дислокация может приводить к фатальным кровотечениям, что обусловлено достаточно высокими скоростями перфузии. Использование нескольких точек

фиксации канюли, лейкопластырные повязки с хорошей адгезией, специальные зажимы и хомуты, фиксация магистралей контура по типу «разгрузочной петли» к конечности, - все это предотвращает непредвиденную дислокацию канюль, особенно в ходе медицинской эвакуации и позже на этапе активизации пациента при начале реабилитационных мероприятий.

- Нарушения ритма сердца при механической стимуляции проводником его камер.

- Сворачивание в узел проводника, происходит при чрезмерном погружении длины проводника в полость камер сердца, может затруднить или даже сделать невозможным последующее его извлечение без хирургической помощи. Для профилактики подобного осложнения при манипуляциях всегда контролируйте длину проводника относительно анатомических ориентиров.

- Синдром «Арлекина», возникает при периферическом подключении В-А ЭКМО у пациента с сердечной недостаточностью, у которого в тоже время имеет место нарушение оксигенирующей функции легких [20, 21] (рис. 15).

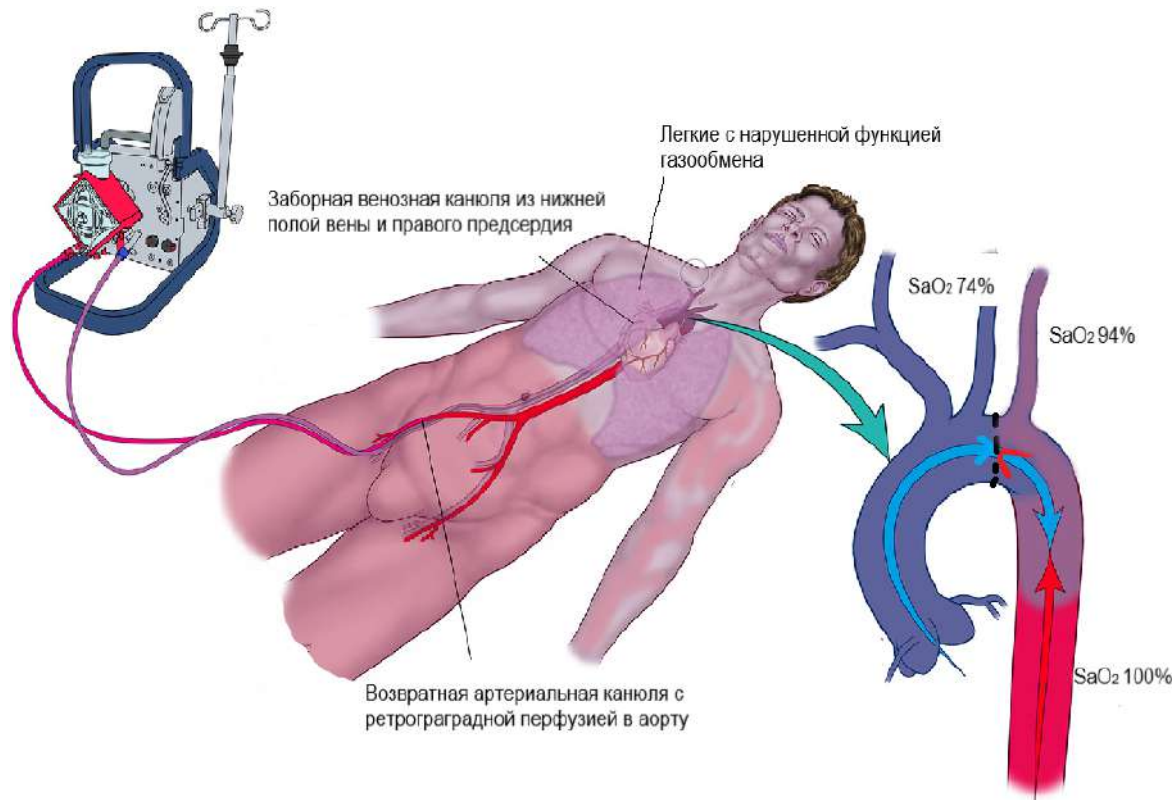


Рисунок 15. Синдром «Арлекино» при периферическом В-А ЭКМО в сочетании с нарушенной газообменной функцией легких

Гипоксемия носит дифференциальный характер в виде разницы содержания кислорода между верхней и нижней половинами туловища. Если граница смешения в аорте антеградного потока крови с низкой оксигенацией (собственный выброс левого желудочка) встречается с ретроградным током с нормальной оксигенацией, создаваемой аппаратом ЭКМО, на уровне отхождения левой подключичной артерии, можно наблюдать удовлетворительную оксигенацию по SpO₂ нижних конечностей и левой руки, в то время как на правой руке оксигенация может наблюдаться неудовлетворительная, что косвенно подтверждает так же риск возникновения гипоксемии головного мозга и миокарда.

- Ишемия дистального бассейна кровоснабжения нижней и верхней конечности соответственно при канюляции бедренной или подключичной артерий, возникает при значимом (более 2/3) перекрытии просвета артерии канюлей. Важно помнить, что отношение диаметров канюли и просвета сосуда величина непостоянная и может изменяться, например, при введении сосудосуживающих медикаментов (катехоламины), и тогда проявления критической ишемии могут носить отсроченный характер от момента постановки канюли. Рутинное применение тканевой оксиметрии (см. раздел 2.5) позволяет вовремя исправить ситуацию, не доводя ишемию до развития контрактуры, рабдомиолиза или даже гангрены, которая может потребовать выполнения ампутации конечности. Профилактикой развития ишемии конечностей при канюляции непосредственно в сосуд является превентивная постановка пункционно или хирургически дистального шунта в бедренную (рис. 16 А), заднюю большеберцовую (рис. 16 Б) и подключичную (рис.16 В) артерии.

- Синдром гиперперфузии. Чаще возникает при подключении В-А ЭКМО через протез в подключичную артерию и сопряжено с большой объемной скоростью кровотока через верхнюю конечность, клинически проявляется ее гиперемией, отеком и повышением температуры, лимфореями через кожу конечности. Предотвратить это неприятное осложнение можно если

формировать анастомоз между сосудистым протезом и подключичной артерией справа под углом в 45° [22], так же в некоторых случаях применяют наложение турникета (петли) на дистальную часть подключичной артерии [23] или проведением канюли через протез в проксимальном направлении с наложением дополнительного дистального шунта на подключичную артерию (рис. 16 В), в этом случае желательно применять мониторинг тканевой оксиметрии верхней конечности и головы (см. раздел 2.5).

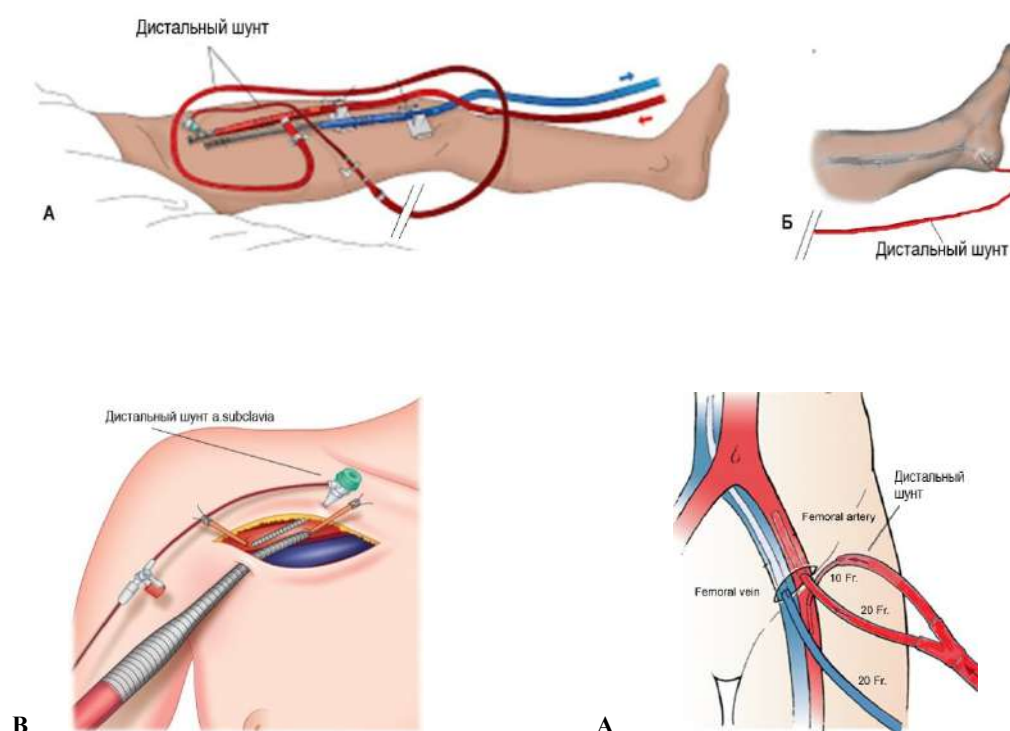


Рисунок 16. Дистальный шунт: А. a.femoralis, Б. a.tibialis post., В. a.subclavia

- Рециркуляция, под этим термином подразумевается частичный возврат оксигенированной крови из возвратной артериальной канюли (линии) в заборную венозную канюлю (линию), что может привести к клинической неэффективности ЭКМО, т.е. оксигенированная кровь перфузируется практически по экстракорпоральному контуру ЭКМО. Этот феномен развивается во время В-В ЭКМО при неправильном позиционировании канюль(и) в сочетании с большими скоростями перфузии (рис. 17). Клинически проявляется несоответствием высокой производительности перфузии и

напряжением O₂ на выходе из оксигенатора с низкими показателями системного уровня O₂ в артериальной крови. Диагностически рециркуляция исключается с помощью разных методов:

а. определение факта рециркуляции да/нет:

- рентгенологический с контрастированием,
- ультразвуковой доплер,
- реакция датчика пузырей воздуха (тревога), установленного на возвратной магистрали до центрифужного насоса, при проведении микро-аэроэмболической шприцевой пробы (быстрое введение взвеси микро пузырей в растворе 1/20 мл в возвратную артериальную канюлю);

б. Определение степени рециркуляции %:

- измерение датчика потока, установленного до центрифужного насоса на изменение плотности отраженного ультразвукового сигнала, при проведении ультра-денсо-флоуметрической шприцевой пробы (быстрое введение физиологического раствора, отличающегося от крови коэффициентом отражения ультразвукового сигнала, что отражается на мониторе в виде соотношения поток/рециркуляция в %,

- расчетом по формуле отношения рециркуляции к общему потоку перфузии с оценкой газов крови из разных точек забора, до (SpreOxyO₂) и после (SpostOxyO₂) оксигенатора, из легочной артерии SvO₂ (при отсутствии катетера в легочной артерии, допускается из отдельного внутривенного катетера v.jugularis int. или v.femoralis с противоположной стороны относительно мест ЭКМО канюляции.

$$\text{Recirc.} = (\text{SpreOxyO}_2 - \text{SvO}_2) / (\text{SpostOxyO}_2 - \text{SvO}_2) \times 100 \%$$

Порядок действий:

- провести диагностику рециркуляции и определить степень выраженности рециркуляции методами, описанными выше;

- в случае значимого уровня (более 30 %) рециркуляции необходимо в разумных пределах снизить производительность ЭКМО без потенцирования отрицательной динамики газообмена или изменить позиционирование канюль,

для однопросветных увеличить дистанцию между возвратной и заборной канюлями (рис. 17 А), для двухпросветной трехступенчатой «Avalon» и двухпросветной двухступенчатой «NovoPort-PA (pulmonary artery)» под контролем ЭХО-кардиографии правильно относительно анатомических ориентиров (рис. 17 Б, В).

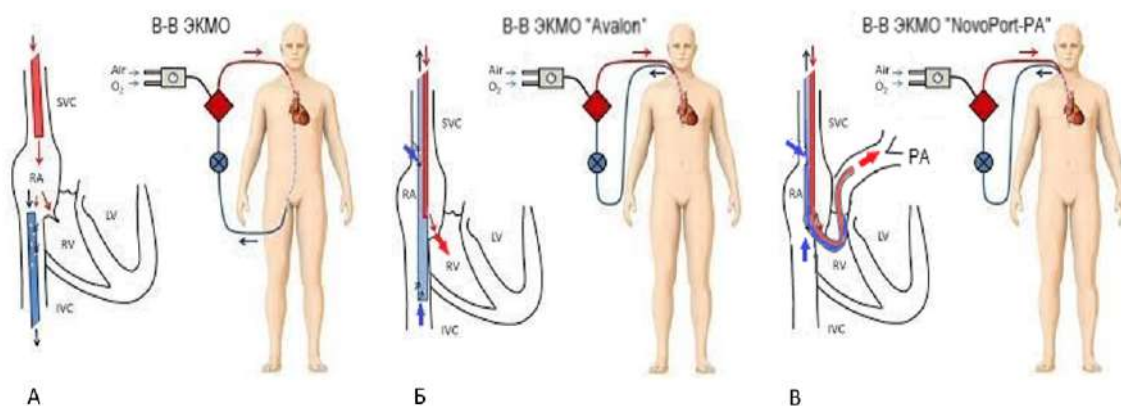


Рисунок 17. Позиционирование канюль при В-В ЭКМО относительно анатомических ориентиров ¹³

- Объемная перегрузка желудочков сердца, состояние которое характеризуется перерастяжением соответствующих камер. Причина чаще сопряжена в комбинации правожелудочковой (ПЖ) недостаточности с легочной гипертонией (может встречаться при любом виде ЭКМО) и/или левожелудочковой (ЛЖ) недостаточности с избыточной постнагрузкой в большом круге кровообращения (вазоспазм, ретроградная перфузия при В-А ЭКМО). Проявляется клиникой развития право- и/или левожелудочковой недостаточности. Диагностически подтверждается по ультразвуковым признакам при ЭХО-кардиографии (шарообразная форма ПЖ и/или ЛЖ, эффект спонтанного эхо-контрастирования «smoke effect» в полостях сердца за счет замедления кровотока, крайней степенью чего может быть внутрижелудочковая тампонада сердца, малоамплитудное или полное

¹³ А – однопросветные, Б – двухпросветная трехступенчатая «Avalon», В – двухпросветная двухступенчатая «NovoPort-PA»

отсутствие нормального открытия клапанов легочной артерии и/или аортального.

Порядок действий:

- подтвердить диагноз объемной перегрузки желудочков сердца;
- скорректировать терапию, сочетание кардиотропных медикаментов с уменьшающими пост-нагрузку в малом (NO, ингибиторы простогландина-Е) и большом (нитраты) круге кровообращения;
- дренировать ПЖ (рис. 17 В) и/или ЛЖ.

Вариантов дренирования правого и левого желудочка может быть несколько, но все они требуют применения специальных кардиохирургических или чрескожных кардиоинтервенционных техник, в ряде случаев дополнительных механических устройств («Impella», «PulseCath-2L»), описание которых в рамках данного руководства опустим. Для регулировки скорости дренирования используется канюля меньшего диаметра 12-14 Fr, а также трубочина на дренажную магистраль к камерам сердца, например ЛЖ (рис. 18).

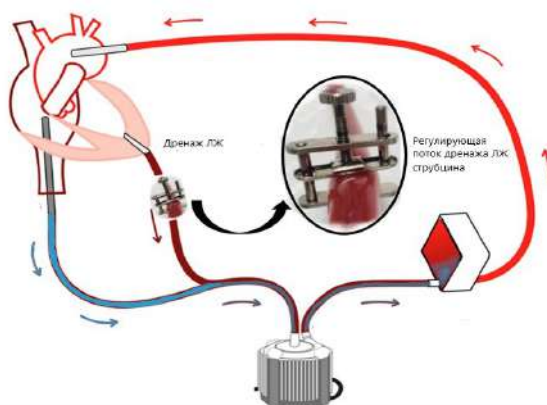


Рисунок 18. Вариант дренажа ЛЖ при В-А ЭКМО с регулирующей трубочиной

2.4. Осложнения, сопряженные с технологией ЭКМО

- Геморрагические, помимо причин сопряженных непосредственно с канюляцией, описанных выше, так же могут быть связаны со спонтанными кровотечениями на фоне тромбоцитопении, дефицита факторов свертывания,

погрешностей антикоагулянтной терапии, стресс-индуцированными острыми язвами и эрозиями ЖКТ.

Порядок действий:

- консультация хирурга на предмет необходимости хирургического гемостаза;

- прекращается введение гепарина (контур ЭКМО с антикоагулянтным альбумин-гепариновым или фосфорилхолиновым покрытием может быть использован с определенными рисками без постоянного введения антикоагулянтов в течение нескольких часов и даже суток). Избегать введения протамина сульфата из-за высокого риска формирования тромбов в оксигенаторе;

- криопреципитат или СЗП до достижения уровня референтных значений уровня фибриногена (более 2 г/л) и МНО (менее 1,2);

- тромбоконцентрат до повышения числа тромбоцитов более $50.000 \times 10^9/\text{л}$;

- транексамовая кислота;

- препараты плазменных факторов свертывания используются по показаниям с осторожностью (Протромплекс, Октаплекс);

- в послеоперационном периоде инфузия гепарина до достижения целевых значений АСТ (АЧТВ) начинается при снижении темпа геморрагического отделяемого менее 30 мл/час.

- Гемолиз, может быть заподозрен при повышении в плазме свободного гемоглобина и билирубина (непрямой фракции). Уровень свободного гемоглобина определяется в первые сутки ЭКМО и контролируется ежедневно. Нормальный уровень соответствует показателю менее 45 мг/дл. Превышение показателя свидетельствует о внутрисосудистом гемолизе. Дополнительными клиническими признаками также могут быть: изменение цвета мочи «бурый», гиперкалиемия, острая почечная недостаточность, желтуха.

Причины:

- неправильная центровка центрифужной головки в посадочном гнезде насоса;
- дефект лопастей (ротора) центрифужной головки ¹⁴, появляется характерный посторонний шум (треск) в работе насоса;
- высокая частота вращения центрифужного насоса;
- избыточно положительное давление в контуре ЭКМО после центрифужного насоса (более 250 мм рт. ст.);
- избыточно отрицательное давление в контуре ЭКМО до центрифужного насоса (менее -100 мм рт.ст.);
- формирование турбулентных потоков крови в контуре ЭКМО (перегибы магистралей, использование переходников (адаптеров) разных диаметров, тромбообразование и последующий фибринолиз).

Порядок действий:

- правильно расположить центрифужную головку в посадочном гнезде насоса;
- в случае выявленного дефекта (разрушение лопастей или ротора) заменить центрифужную головку или весь контур ЭКМО;
- поддержание оптимального волемического, гипокоагуляционного статуса;
- в случае избыточного отклонения давления +/- в контуре ЭКМО рассмотреть возможность дополнительной канюляции для оптимизации отношения скорости перфузии размерности канюль (диаметр, длина)¹⁵;
- Своевременная диагностика формирования тромбов в контуре ЭКМО с помощью динамической диафоноскопии (с помощью яркого источника света просматривают канюли, магистрали, оксигенатор), также оценка оксигенатора во время КТ;
- избегать перегиба магистралей контура ЭКМО;

¹⁴ Категорически запрещается включать центрифужный насос без первичного заполнения контура жидкостью, может привести к разрушению лопастей (ротора) центрифужной головки.

¹⁵ Отношение давления относительно скорости перфузии для всех типов канюль определяется по расчетным номограммам от производителей (см. инструкцию пользователя)

- минимизировать количество переходников (адаптеров) в контуре ЭКМО;

- динамический контроль уровня свободного гемоглобина, коагуляционных тестов (см. выше).

• Воздушная эмболия, может сопровождаться риском развития сосудистых осложнений по типу критической региональной ишемии ткани, органа, анатомического образования с развитием, в том числе и необратимых осложнений (инфаркт, инсульт, гангрена), клиническая значимость которых зависит от общего объема и размера попавших в системный кровоток пузырей газа/воздуха. Понятие «малая» и «большая» воздушная эмболия – условное, может помимо описания клинической тяжести возникшего осложнения, означать способность системы ЭКМО к спонтанной (малая воздушная эмболия) деаэрации через клапан удаления пузырей в верхней точке оксигенатора до мембраны или в ручном режиме с помощью активной аспирации в верхней точке оксигенатора до и после мембраны (рис. 19), не останавливая перфузию аппарата ЭКМО без дополнительных рисков для пациентов с высокой степенью зависимости от производительности В-В и В-А ЭКМО (см. далее).

Конструктивной особенностью аппаратов ЭКМО является расположение датчика пузырей ¹⁶ в нескольких вариантах:

- фиксированное (конструктивное решение производителя оборудования) ¹⁷ на выходном сегменте центрифужной головки до оксигенатора, в этом случае выше риск завоздушивания центрифужной головки, с последующей необходимостью деаэрации в ручном режиме «экстренная стоп перфузия» (рис. 20 А);

- свободное (решение врача) ¹⁸ на заборной магистрали до центрифужного насоса, что минимизирует риск завоздушивания центрифужной головки и оксигенатора, но каждый раз даже при «малой воздушной эмболии»

¹⁶ На аппаратах ЭКМО и традиционного ИК датчик *пузырей* является и датчиком *потока*. На традиционных аппаратах ИК и MiECC системах (минимизированный контур экстракорпорального кровообращения) дополнительно используется дублирующая система - датчик *уровня*, функция которого заключается также в профилактике рисков воздушной эмболии.

¹⁷ Аппараты ЭКМО: «Rotoflow» (Getinge, Германия), «Ex-Stream» (ТрансБиоТек, Россия).

¹⁸ Аппараты ЭКМО: «CardioHelp» (Getinge, Германия), «DeltaSteam» (Medos, Германия)

инцидент будет останавливать аппарат ЭКМО в режим «экстренная стоп перфузия») (рис. 20 Б);

- свободное на возвратной магистрали после оксигенатора, что не останавливает работу аппарата в случае развития «малой воздушной эмболии», запирая воздушные пузыри в верхней точке оксигенатора, откуда они могут быть удалены через гидрофобный клапан удаления пузырей (деаэрации) или вручную с помощью аспирации шприцем из Luer-Lock портов через инфузионный кран с удлинителем (stopcock) ¹⁹ (рис. 19), в случае «большой воздушной эмболии» происходит фактическое завоздушивание практически всего контура, включая центрифужный насос и оксигенатор, что приводит к остановке перфузии ЭКМО и последующей необходимости повторного заполнения контура в режиме «экстренная стоп перфузия») (рис. 20 В).

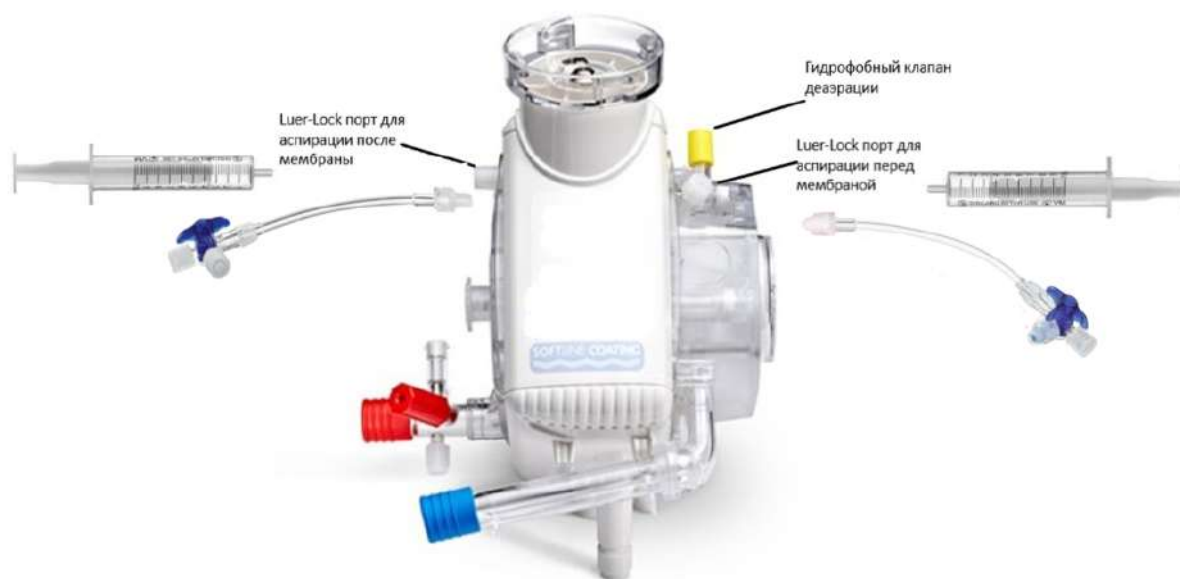


Рисунок 19. Клапан гидрофобный для спонтанной деаэрации перед мембраной в верхней точке оксигенатора (желтый колпачок), порты Luer-Lock для активной аспирации шприцем до и после мембраны в верхней точке оксигенатора (белые колпачки)

¹⁹ Применение трех или двух ходовых кранов для инфузии «stopcock» с удлинителем рекомендовано как мера профилактики потенциального повреждения порта Luer-Lock и как следствие разгерметизации контура. Все краны с удлинителями должны быть интегрированы в контур ЭКМО до начала перфузии

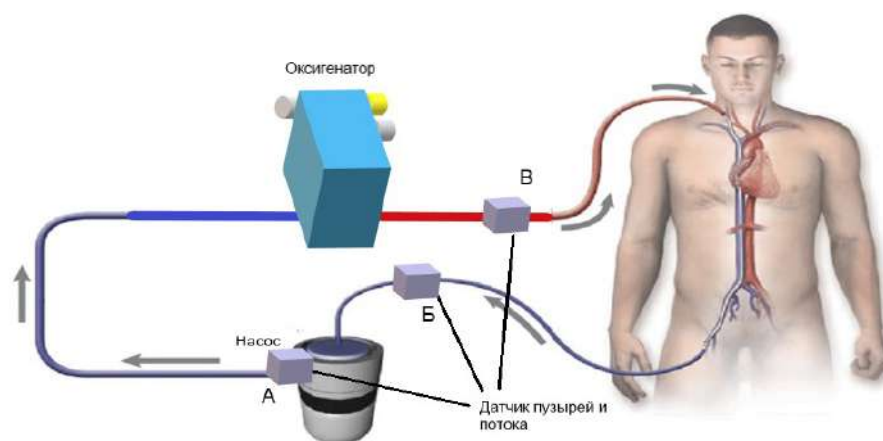


Рисунок 20. Варианты расположения датчика пузырей и потока в контуре ЭКМО ²⁰

Причины:

- нарушение правил заполнения контура ЭКМО перед началом перфузии; невнимательность персонала при работе с кранами, портами, заглушками «Luer-Lock» стандарта, особенно в линии заборной (дренажной) магистрали (от пациента к центрифужному насосу), где создается отрицательное давление в контуре;
- высокое расположение центрифужного насоса (аппарата ЭКМО) относительно уровня сердца пациента, подобная ситуация может наблюдаться при транспортном сценарии ЭКМО и/или неправильная стратегия поддержания чрезмерно высоких оборотов центрифужного насоса с целью компенсации недостаточного притока крови по заборной (дренажной) магистрали контура, что создает избыточно отрицательное давление в контуре, потенцируя эффект кавитации (спонтанного образования пузырьков из растворенного газа в крови);
- механическое повреждение оксигенатора, центрифужного насоса, канюль, магистралей;
- непреднамеренная дислокация заборной (дренажной) канюли из пациента (деканюляция), в этом случае скорость и объем поступления воздуха может быть достаточно значимым, так называемое «завоздушивание контура».

²⁰ А – фиксированный (конструктивная возможность производителя оборудования) на центрифужном насосе, Б – свободный (выбор врача) до центрифужного насоса, В. свободный (выбор врача) после оксигенатора.

Порядок действий:

- планово на начало перфузии ЭКМО и далее два раза в сутки (каждые 12 часов) рекомендовано на 20 минут активировать работу гидрофобного клапана удаления пузырей (снять *желтый* колпачок Luer-Lock, не останавливая перфузию, затем вернуть его на место);

- автоматическое срабатывание датчика пузырей происходит только в случае его активного режима работы (настройки на панели управления), именно в этом режиме должен находиться датчик в момент перфузии на пациенте, при возникновении воздушной эмболии активируется «режим стоп перфузия» и раздается тревога;

- наложить магистральные зажимы на линию забора (венозная магистраль) и возврата (артериальная магистраль) крови, визуально оценить вероятность наличия пузырей воздуха в контуре ЭКМО, его герметичность и позицию канюль;

- в случае «малой воздушной эмболии» (пузыри не визуализируются или их объем незначительный при отсутствии в возвратной магистрали после оксигенатора) рекомендовано снять венозный магистральный зажим, активировать аспирацию шприцем (20мл) из портов Luer-Lock в верхней точке оксигенатора до и после мембраны (*краны для инфузии с удлинителем*), активировать гидрофобный клапан удаления пузырей (*желтый* колпачок снять), снять все магистральные зажимы, восстановить перфузию, контролировать вероятность поступления пузырей воздуха и сигнала тревоги датчика пузырей, через 20 минут деактивировать гидрофобный клапан удаления пузырей (*желтый* колпачок закрыть);

- в случае «большой воздушной эмболии» при наличие блокирующего количества пузырей только в головке центрифужного насоса можно на выключенном ЭКМО снять головку из насоса и позиционировать ее выходным портом вверх для облегчения всплытия пузырей в сторону оксигенатора, ускорить этот процесс можно создав венозный подпор в заборной магистрали (снимаем магистральный зажим при положительном ЦВД у пациента) в

сочетании с аспирацией крови шприцем (50 мл) из порта Luer-Lock перед мембраной оксигенатора, визуализировать отсутствие пузырей в контуре, активировать гидрофобный клапан удаления пузырей (*желтый* колпачок снять), снять все магистральные зажимы, восстановить перфузию, контролировать вероятность поступления пузырей воздуха и сигнала тревоги датчика пузырей, через 20 минут деактивировать гидрофобный клапан удаления пузырей (*желтый* колпачок закрыть);

- в случае «большой воздушной эмболии», при наличии большого количества пузырей в магистральных, головке центрифужного насоса и оксигенаторе, необходимо выполнить ретроградное заполнение контура инфузионным раствором под давлением с одновременной аспирацией шприцем (50мл) воздуха через порты Luer-Lock в верхней точке оксигенатора и далее из порта Luer-Lock в заборной линии (магистральной) до центрифужного насоса, способствуя удалению всех пузырей воздуха из контура за счет активной аспирации и градиента всплытия, визуализировать отсутствие пузырей в контуре, активировать гидрофобный клапан удаления пузырей (*желтый* колпачок снять), снять все магистральные зажимы, восстановить перфузию, контролировать вероятность поступления пузырей воздуха и сигнала тревоги датчика пузырей, через 20 минут деактивировать гидрофобный клапан удаления пузырей (*желтый* колпачок закрыть).

При развитии клинических признаков воздушной эмболии (десатурация, судороги, признаки ишемической атаки головного мозга, сердца, остановки кровообращения) необходимо:

- при В-А ЭКМО после остановки перфузии и наложения зажима на артериальную линию позиционировать пациента в положение Тренделенбурга, оптимизировать параметры ИВЛ (FiO_2 100 %), инфузионную преднагрузку, произвести медикаментозную нейро-вегетативную защиту, устранить возможную причину, попытаться эвакуировать воздух аспирацией шприцем (50-150 мл) через артериальную канюлю, при отсутствии воздушных пузырей в контуре и при аспирации через артериальную канюлю, восстановить В-А

ЭКМО в режиме умеренной гипотермии (34 °С) до нормализации неврологических критериев состояния головного мозга (отсутствие отека, удовлетворительные показатели церебральной оксиметрии), после чего оптимизировать температурный режим перфузии до нормотермии со скоростью согревания 0,1 °С/час;

- при В-В ЭКМО после остановки перфузии и наложения зажима на артериальную линию необходимо позиционировать пациента на левый бок, устранить возможную причину, оптимизировать ИВЛ (FiO₂ 100 %), попытаться эвакуировать воздух аспирацией шприцем (50-100 мл) из правых камер сердца через канюлю ЭКМО или любой из возможных катетеров (ЦВК, диализный, Свана-Ганца), при отсутствии воздушных пузырей в контуре и при аспирации через канюлю/катетер из правых камер сердца восстановить В-В ЭКМО в режиме нормотермии (37 °С) или умеренной гипотермии (34 °С) в случае развития значимых нарушений оксигенации и/или системной гемодинамики до стабилизации состояния пациента, после чего оптимизировать температурный режим перфузии до нормотермии со скоростью согревания 0,1°С/час.

- Тромбоз составных частей контура ЭКМО (канюли, магистрали, центрифужная головка, оксигенатор), может быть сопряжен с дефектами антикоагулянтной терапии, применение массивной гемостатической терапии при кровотечениях (плазменные факторы свертывания крови, антифибринолитики, протамин сульфат), деградацией антикоагулянтного покрытия контура ЭКМО (длительные сроки перфузии).

Диагностическими критериями тромбоза будут:

- рост градиента давления (ДР) оксигенатора (мониторинг контура ЭКМО, см. главу 2.5);
- снижение газообменной функции оксигенатора;
- гемолиз;
- рост лабораторных показателей продуктов деградации фибрина (D-димер);

- КТ признаки тромбоза оксигенатора (неоднородность плотности сигнала и его изменение в динамике при визуализации мембраны);
- наличие тромбов при динамической диафаноскопии (визуальный осмотр при ярком направленном свете) контура;
- клинические и лабораторные проявления гемолиза (см. выше).

Порядок действий:

- при возникновении тромбов в канюлях и неэффективной попытке аспирации шприцем «Жане» (150 мл) рекомендовано рассмотреть смену канюли по проводнику, в случае отсутствия признаков проксимального, относительно сердца, распространения тромбов или по возможности новым анатомическим позиционированием;
- при возникновении тромбов в других частях контура (магистральной, центрифужная головка, оксигенатор), его рекомендуется заменить на новый (экстренная замена контура ЭКМО, см. раздел 3.4).

- Повреждение оксигенатора, чаще сопряжено с нарушением целостности его мембраны,

Проявляется:

- «пропотеванием» плазмы и ее вспениванием через линию выделения CO₂ на оксигенаторе;
- окрашивание воды терморегулирующего устройства в розовый цвет;
- массивный гемолиз;
- быстрое развитие септического шока.

Порядок действий:

- прекратить подачу воды в оксигенатор через ТРУ, отсоединив соответствующие шланги;
- замена контура ЭКМО.

- Непреднамеренная деканюляция, ее причиной является неудовлетворительная фиксация канюль. Как правило, чаще возможна деканюляция артериальной (возвратной) канюли, ввиду положительного давления в артериальной магистральной и соответственно эффекту

«выталкивающего» потока крови, создаваемому на выходе из дистального конца канюли. Крайне опасное осложнение, на больших скоростях перфузии приводит к быстрому развитию жизнеугрожающей кровопотери. При удалении венозной (заборной) канюли произойдет массивная воздушная эмболия контура, срабатывание сигнала тревоги с датчика воздушных пузырей и остановка перфузии аппарата ЭКМО.

Порядок действий:

- немедленным действием персонала является наложение магистральных зажимов, которые всегда должны быть рядом с аппаратом ЭКМО на артериальную и венозную магистрали (перегнуть магистрали при отсутствии зажима);

- режим «стоп-перфузия» на аппарате ЭКМО;
- компрессия места канюляции;
- позвать дополнительный персонал на помощь;
- остановить введение гепарина и других антикоагулянтов;
- интенсивная терапия по стабилизации параметров гемодинамики и газообмена;

- принятие экстренного решения о продолжении ЭКМО, повторной канюляции другого анатомического локуса;

- деаэрация, повторное заполнение контура (при необходимости используйте новый сет), скорейшее восстановление прежнего режима перфузии ЭКМО.

- Непреднамеренная остановка центрифужного насоса ЭКМО, возможна вследствие поломки оборудования, прекращения подачи питания в сочетании с разряженной аккумуляторной батареей, сбой программного обеспечения аппарата ЭКМО, массивной воздушной эмболии. Соответственно, это может привести к быстрому развитию жизнеугрожающих нарушений газообмена (В-В ЭКМО) и/или гемодинамики (В-А ЭКМО).

Порядок действий:

- при аварийной остановке центрифужного насоса следует наложить зажимы на артериальную и венозные магистрали;
- визуально оценить контур и аппарат ЭКМО и установить возможную причину остановки центрифужного насоса;
- при отсутствии электропитания незамедлительно обеспечить подключение от других (резервных) источников, для этого заранее должны быть обеспечены электро-удлинителем, резервным источником бесперебойного питания;
- при блокировке насоса воздушными пузырями выполнить действия профилактики массивной воздушной эмболии контура (см. выше);
- при сбое программного обеспечения извлечь центрифужную головку из основного насоса, закрепить ее на ручном (экстренном) приводе, снять зажимы с магистралей контура ЭКМО, возобновить перфузию с прежней производительностью, перезагрузить основной насос аппарата ЭКМО и при восстановлении его работоспособности вернуть в соответствии с вышеописанным алгоритмом головку центрифужного насоса в штатное положение, снова восстановив перфузию с прежней производительностью ²¹;
- при поломке или неисправной эксплуатации («уставшая» штатная аккумуляторная батарея) аппарата ЭКМО, необходимо используя ручной (экстренный) привод в соответствии с алгоритмом (см. выше), заменить другим (резервным) исправным аппаратом предпочтительно такой же модели или обеспечить смену головки центрифужного насоса в контуре или всего контура, соответствующих выбору модели резервного аппарата ЭКМО.

2.5. Мониторинг параметров сопряженных с технологией ЭКМО

Ведение пациента в условиях ЭКМО, в том числе во время выполнения внутригоспитальной или межгоспитальной транспортировки (эвакуации)

²¹ Обратите внимание! Некоторые модели аппаратов ЭКМО требуют наличия внутри ультразвукового датчика пузырей воздуха и потока специального геля, который необходимо восстанавливать (не менее 1 раза в сутки), иначе его высыхание может приводить к некорректной работе аппарата ЭКМО.

требует выполнения определенных стандартов мониторинга, сопряженных с технологией:

- Аппаратно-инструментальный контроль:
 - мониторинг *постоянно* параметров системой гемодинамики, газообмена, и температуры (ЧСС, АД, плетизмография, SpO₂, EtCO₂, Дt°С), для транспортных сценариев подходят портативные аппараты с возможностью дистанционного контроля параметров;
 - мониторинг *постоянно* параметров ЭКМО:
 - объемная скорость перфузии (л/мин);
 - частота оборотов центрифужного насоса (rpm²²);
 - поток кислородно-воздушной смеси (Gas Flow) (л/мин);
 - концентрация O₂ в кислородно-воздушной смеси (FiO₂, %);
 - давление внутри венозной магистрали P1, до P2 и после P3 оксигенатора, градиент давления внутри оксигенатора Д P(P2-P3), если параметры не отображаются на панели управления аппаратом ЭКМО, должны быть выведены на монитор пациента с помощью камер измерения инвазивного давления (рис. 21), интерпретация параметров давления представлена в таблице 1;
 - мониторинг *интервально* кислотно-основного состояния, газов, биохимии и параметров антикоагуляции крови (SaO₂, SvO₂, PaO₂, PaCO₂, BE, pH, K⁺, Glu, Lactate, АСТ ²³ или АРТТ ²⁴ и др.), для транспортных сценариев подходят портативные аппараты с картриджами (рис. 22);
 - тканевая оксиметрия нижних конечности для В-А ЭКМО *постоянно*, церебральная *рекомендована*, для транспортных сценариев подходят портативные аппараты (рис. 23 А, Б);
 - КТ *после инициации ЭКМО, далее по показаниям*;
 - рентгенография *по показаниям*;
 - фокусированная ЭХО-кардиография *перед канюляцией, далее ежедневно и по показаниям*;

²² RPM – rate pump motion (частота оборотов центрифужного насоса, измеряется в оборотах в минуту).

²³ АСТ – activated clotting time (активированное время свертывания крови).

²⁴ АРТТ – activated partial thrombin time (активированное частичное тромбиновое время).

- УЗИ по протоколу RUSH *перед* канюляцией, далее по показаниям
- фокусированное УЗИ сосудов мест имплантации канюль *перед* канюляцией, далее ежедневно и по показаниям.

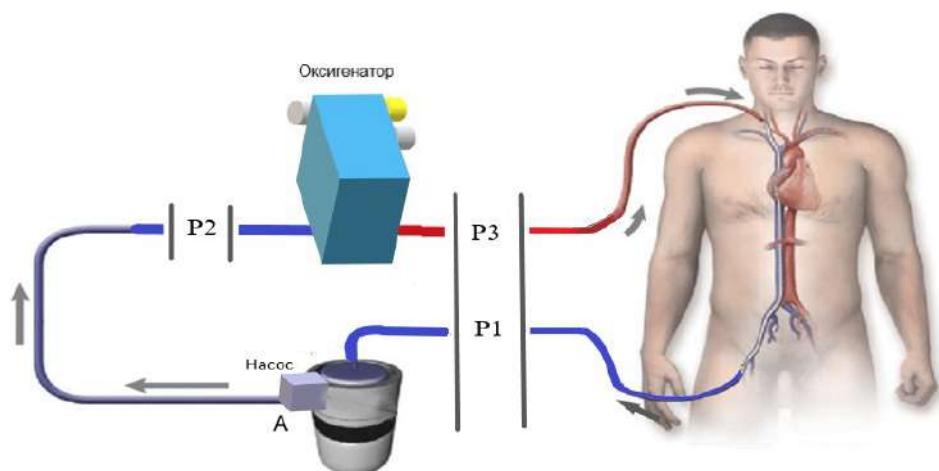


Рисунок 21. Варианты расположения датчиков инвазивного измерения давления в контуре ЭКМО



Рисунок 22. Портативный аппарат для определения кислотно-основного состояния, газов, биохимии и АСТ крови



А

Б

Рисунок 23. Тканевая (А) и церебральная (Б) оксиметрия NIRS у пациентов с ЭКМО

Таблица 1.

Причины изменения давления в контуре ЭКМО

P1 -50 -80*	P2 200-300*	P3 130-230*	Д Р 50-100*	Причины
↓**	↓	↓	↓	Гиповолемия, тампонада, смещение, перегиб венозной канюли, пневмоторакс, абдоминальный компартмент-синдром
-	↓	↓	↓	Повреждение головки насоса
-	↑	↓	↑	Повреждение оксигенатора (тромбоз)
-	↑	↑	↑	Повышение постнагрузки: препятствие в артериальной линии, артериальная гипертензия

* - единицы измерения давления мм рт. ст.

** - давление становится избыточно отрицательным

Так называемый градиент давления внутри оксигенатора Д Р (P2-P3) величина динамически меняющаяся и зависит от целого ряда факторов, в том числе состояния самой мембраны оксигенатора (тромбоз и/или отложение фибрина), что ведет к снижению эффективности газообменной функции оксигенатора, именно поэтому этот показатель Д Р используют в качестве одного из признаков состояния и прогностической оценки эффективности оксигенатора (таблица 1).

Во время проведения ЭКМО антикоагулянтные препараты, как и все другие лекарственные средства, вводятся только внутривенно [24].

- Старт инфузии гепарина после канюляции болюс 100 ЕД/кг, далее со скоростью 15 ЕД/кг/час.
- Контроль АСТ (АРТТ) каждые 2 часа, далее каждые 6 часов.
- Целевое значение АСТ (АРТТ) – 160-180 (60-80) секунд.
- Алгоритм управления гипокоагуляцией представлен в таблицах 2 и 3.

Таблица 2.

Титрование инфузии гепарина в зависимости от АСТ для взрослых пациентов

АСТ	Действия
< 130	Болюс 1000 ЕД и повышение скорости введения на 300 ЕД/час
130-160	Повышение скорости инфузии на 100 ЕД/час
160-180	Скорость без изменений
180-210	Уменьшение скорости введения на 100 ЕД/час
Более 210	Прекращение инфузии на 1 час. Проверка АСТ каждый час. При уровне АСТ менее 210 продолжение инфузии со скоростью 700 ЕД/час

Таблица 3.

Титрование инфузии гепарина в зависимости от АЧТВ в сутки инициации ЭКМО

АРТТ	Действия
< 37	Болюс 60 ЕД/кг и повышение инфузии на 4 ЕД/кг/час
37-44	Болюс 40 ЕД/кг и повышение инфузии на 3 ЕД/кг/час
45-60	Болюс 20 ЕД/кг и повышение инфузии на 2 ЕД/кг/час
61-80	Скорость без изменений
Более 80	Снижение скорости инфузии на 2 ЕД/кг/час

Рекомендовано на начало ЭКМО также определить уровень АТ-III, фибриногена, МНО, анти-Ха активность, тромбоэластографию, далее 1 раз в сутки и по показаниям. При отсутствии изменений показателей АСТ или АРТТ на увеличение дозы гепарина следует скорректировать уровень АТ-III (инфузия АТ-III или СЗП), возможно перейти на альтернативный антикоагулянт (эноксапарин, фондапаринукс, бивалирудин). Исходное определение уровня D-димер и свободного гемоглобина (см. раздел 2.4), далее 1 раз в сутки и по показаниям, также помогает правильно оценивать динамику этих показателей, которая помогает сделать правильные выводы о функциональном состоянии контура ЭКМО.

- Математический контроль и анализ лабораторных показателей:

Наиболее часто в практике технологии ЭКМО применяется подход оценки баланса доставки DO₂ и потребления VO₂ кислорода, а так же калькуляции

производных, это отношение VO_2/DO_2 (1/5 норма, 1/4 субкомпенсация, 1/3 декомпенсация), ERO_2 коэффициент экстракции (утилизации) кислорода (22-30 % норма, 30-40 % субкомпенсация, более 40 % декомпенсация), EIO_2 индекс экстракции (утилизации) кислорода (20-25 % норма), применяется только для экспресс оценки в случае недостаточного количества данных для расчета DO_2 и VO_2 . Ниже приведены расчетные формулы по индексу на площадь тела $1mI$, соответственно DIO_2 и VIO_2 :

$$DIO_2 = CI \times (1,36 \times \text{г/лHb} \times \%SaO_2) \times 0,01$$

$$DIO_2 \text{ ЭКМО} = QI \times (1,36 \times \text{г/лHb} \times \%SpmO_2) \times 0,01$$

$$VIO_2 = CI (13 \times \text{г/лHb}) \times (\%SaO_2 - \%SvO_2) \times 0,001$$

$$ERO_2 = VIO_2 \times 100\% / DIO_2$$

$$EIO_2 = (SaO_2 - SvO_2) / SaO_2 \times 100,$$

где: CI – сердечный индекс л/мин/ mI ,

QI – индекс перфузии ЭКМО л/мин/ mI ,

$SpmO_2$ – сатурация оксигенированной крови на выходе из оксигенатора (после мембраны).

Важно отметить, что в идеальных условиях забор венозной и артериальной крови должен осуществляться в точках максимально приближенных к отражению системного баланса:

а) потребления VO_2

- при В-А ЭКМО – это правое предсердие или легочная артерия,
- при В-В ЭКМО – это нижняя полая вена, бедренная вена, при условии, что возвратная (артериальная) канюля установлена в проекции верхней полой вены;

б) доставки DO_2

- при В-А ЭКМО варианте центрального подключения и периферического с производительностью перфузии более 90% от сердечного выброса это правая лучевая артерия,
- при В-А ЭКМО варианте периферического подключения с производительностью перфузии менее 90% от сердечного выброса – это

определение суммы DO₂ ЛЖ с забором из правой лучевой артерии и DO₂ ЭКМО с забором оксигенированной крови на выходе из оксигенатора,

- при В-В ЭКМО – это правая лучевая артерия.

Расчет баланса доставки и потребления кислорода с динамикой увеличения экстракции (утилизации) кислорода в сторону данных, свидетельствующих о декомпенсации, неминуемо будет приводить к потенцированию системной гипоксии и синдрому полиорганной недостаточности.

Таким образом, клиническое влияние на исправление вводных в расчетной формуле (сердечный выброс (СВ), уровень гемоглобина (Hb), напряжение кислорода в крови (CaO₂, CvO₂, SaO₂, SvO₂), в сторону оптимизации соотношения доставки DO₂ и потребления VO₂ кислорода позволит стабилизировать пациента. Современные системы мониторинга в аппаратах ЭКМО позволяют в режиме реального времени определять параметры кислородного баланса (рис. 24), что безусловно способствует улучшению результатов лечения и правильного применения технологии ЭКМО у пострадавших в ЧС и тяжелобольных, в том числе в условиях, внутри- и межгоспитальной транспортировки (эвакуации).



Рисунок 24. Мультифункциональный монитор определения кислородного баланса у пациентов в условиях ЭКМО

2.6. Показания к применению ЭКМО

Первичными показаниями для ЭКМО являются острая жизнеугрожающая сердечная и/или дыхательная недостаточность на фоне рефрактерной

оптимальной традиционной интенсивной терапии. Применение ЭКМО следует рассматривать при вероятности летального исхода более 50 % и ЭКМО абсолютно показано при большинстве нозологических диагнозов с вероятностью летального исхода более 80 %, ассоциированной, прежде всего, с развитием сердечной и/или дыхательной недостаточности. Тяжесть состояния оценивается по специальным шкалам с учетом возраста и потенциальной нозологической группы диагноза и органной дисфункции. Другими дополнительными показаниями с целью поддержки сердечной и дыхательной недостаточности для применения ЭКМО могут быть: интенсивный бронхоальвеолярный лаваж, операции на трахее или медиастинуме, хирургия коронарных артерий, сопряженная с их окклюзией во время манипуляций. Отдельной группой показаний могут быть случаи применения ЭКМО для обеспечения регионального кровотока для анатомической области или органа, например операции на нижних конечностях с высоким риском развития системной интоксикации, развития острой почечной недостаточности и остановке сердца (краш-синдром) или оценка функциональной жизнеспособности и функции, например ампутированной конечности (рис. 5), внутренних органов у донора (рис. 3, 4).

- **Показания к В-А ЭКМО**

Специфическими критериями для В-А ЭКМО будут следующие параметры, свидетельствующие о тяжести кардиогенного шока при рефрактерной традиционной оптимальной терапии, включая достаточную преднагрузку ДЗЛК более 18 мм рт.ст., инотропную терапию, по шкале VIS более 10 баллов и использование ВАБК [25]:

- АД сист. менее 90 мм рт. ст.,
- диурез менее 30 мл/час,
- лактат более 2 ммоль/л,
- SvO₂ менее 60%,
- отрицательная динамика по уровню сознания в течении 6 часов

Целью является поддержание отношения DO_2/VO_2 более 3, чтобы не потенцировать СПОН (DO_2/VO_2 менее 3) и шок (DO_2/VO_2 менее 2), при субкомпенсированном балансе кислорода в организме DO_2/VO_2 более 4 и норме DO_2/VO_2 более 5, расчет DO_2/VO_2 смотри выше (раздел 2.5). Хотя по международным рекомендациям ELSO для инициации В-А ЭКМО нет ограничения относительно возраста, надо иметь ввиду, что применение технологии в качестве «терапии моста» повлечет необходимость дальнейших решений таких как трансплантация сердца или применения желудочковых устройств вспомогательного кровообращения VAD²⁵ «EXCOR²⁶» или «INCOR²⁷».

- **Показания к В-В ЭКМО**

Специфическими критериями для В-В ЭКМО будут следующие параметры, свидетельствующие о тяжести нарушения газообмена с признаками жизнеугрожающей гипоксии и/или гиперкапнии, рефрактерными к традиционной респираторной терапии, включая ИВЛ в жестких режимах вентиляции (PEEP более 15 см вод.ст., FiO_2 более 90 %, PIP более 30 см вод.ст., P drive ($P_{plat} - PEEP$) более 14 см вод.ст.) в prone-позиции (на животе), рефрактерную к респираторным рекрутмент-маневрам, которые могут приводить к тяжелым нарушениям кислотно-основного состояния [27, 28]:

1. Шкала Мюррея ≥ 3 баллов (табл. 4).
2. При декомпенсированном респираторном ацидозе $pH < 7,25$ с $PCO_2 > 60$ мм рт.ст. более 6 часов.
3. По респираторному соотношению PaO_2/FiO_2 (индекс Горовица²⁸) при оптимизации параметров ИВЛ:
 - $PaO_2/FiO_2 < 50$ при $FiO_2 \geq 90\%$ в течение 3 часов (показано)
 - $PaO_2/FiO_2 < 80$ при $FiO_2 \geq 90\%$ в течение 6 часов (показано)
 - $PaO_2/FiO_2 < 150$ при $FiO_2 > 90\%$ (рекомендовано).

²⁵ VAD – Ventricular Assist Device (устройство поддержки функции желудочков сердца).

²⁶ EXCOR – общая группа устройств вспомогательного кровообращения VAD, привод которых не инкорпорируется в тело пациента.

²⁷ INCOR - общая группа устройств вспомогательного кровообращения VAD, привод которых инкорпорируется в тело пациента.

²⁸ Horowitz Index – Индекс Горовица PaO_2 мм рт.ст. / FiO_2 доля O_2 в газовой смеси, этот индекс также называют респираторным отношением или респираторный индекс, коротко его могут обозначать (P/F)

Таблица 4.

Шкала Мюррея*

Murray score	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂	≥300	225-300	175-224	100-174	<100
РЕЕР (см H ₂ O)	≤ 5	6-8	9-11	11-14	≥ 15
Комплаинс (мл/см H ₂ O)	≥ 80	60-79	40-59	20-39	≤ 19
Квадранты инфильтрации R _o	0	1	2	3	4

* - сумма баллов по четырем позициям, разделенная на четыре

Стоит отметить, что с накоплением опыта проведения В-В ЭКМО все большее количество специалистов профессиональных сообществ на уровне внутренних стандартов клиник и национальных систем здравоохранения предпочитают использовать возможности стабилизации газообменной функции легких за счет мягких режимов респираторной терапии (РЕЕР < 10 см вод.ст., FiO₂ < 80 %, P drive < 14 см вод.ст.) при динамической (3-6-12-24 часа) оценке вышеуказанных критериев.

2.7. Противопоказания к применению ЭКМО

Противопоказания для применения транспортного ЭКМО - это совокупность критериев в состоянии пациента, которые могут свидетельствовать о крайне высоких (*относительные противопоказания*) или несоразмерных рисках применения самой технологии и предстоящей медицинской эвакуации, в некоторых случаях делающих ее даже не целесообразной (*абсолютные противопоказания*). Кроме того, есть и специфические противопоказания, характерные для В-А ЭКМО (*при циркуляторной недостаточности*) и В-В ЭКМО (*при дыхательной недостаточности*).

• Абсолютные противопоказания

К абсолютным противопоказаниям к ЭКМО стоит отнести: наличие биологических признаков клинической смерти, рефрактерная и неэффективная СЛР при клинической смерти, агонирующее состояние пациента, продолжающееся хирургическое кровотечение, аксиальная дислокация

головного мозга с признаками вклинения его структур, сопряженная с тяжелым жизнеугрожающим неврологическим повреждением в следствии ЧМТ, САК, геморрагического ОНМК.

- ***Относительные противопоказания***

Большинство противопоказаний являются относительными, они всегда сопряжены с критериями уравнивания риска и пользы от ЭКМО для пациента, а также риск использования дорогостоящих ресурсов здравоохранения у пациентов с низким прогнозом выживания и восстановления, которые могут быть применены с большей эффективностью у большего числа тяжелобольных в том числе пострадавших в ЧС и при пандемиях. Относительными противопоказаниями для ЭКМО являются случаи:

- невозможности возвращения пациента к нормальной жизни после применения ЭКМО, даже если пациент выживет (например, крайне высокий риск вегетативного состояния из-за постгипоксического повреждения головного мозга);

- терминальные (неизлечимые) заболевания (например, терминальная стадия злокачественного заболевания с раковой интоксикацией или цирроз печени класс «В, С» по Чайлд-Пью);

- риск развития опасного для жизни кровотечения в результате применения антикоагулянтной терапии (например, САК, геморрагический ОНМК, уровень тромбоцитов менее $50 \cdot 10^9/\text{л}$);

- тяжелые иммунодефицитные состояния (абсолютная лейкопения с уровнем лейкоцитов менее $1 \cdot 10^9/\text{л}$);

- возраст пациента, сопряжен с накоплением выраженной сопутствующей неизлечимой патологии, ассоциированной с низким потенциалом восстановления и продолжительности жизни;

- вес пациента, в ряде случаев сопряжен с необходимостью обеспечения высоких расчетных скоростей перфузии ЭКМО при ограниченных возможностях номинальной мощности оксигенатора и анатомических размеров сосудов для канюляции, также ведение этой категории пациентов сопряжено с

ограничениями активизации, кроме того, вес, сопряженный с тяжелой степенью ожирения ИМТ > 40 является значимой коморбидной (сопутствующей) патологией, существенно ухудшающей прогноз выживаемости этой категории пациентов.

- **Противопоказания к В-А ЭКМО**

Помимо, выше описанных общих критериев, к специфическим для В-А ЭКМО относятся:

- недостаточность аортального клапана 3-4 степени;
- неустраненная диссекция аорты тип «А и В»;
- низкая прогностическая оценка выживаемости по шкале SAVE²⁹ [26], ШОТ-летальность (раздел 3.1), из своей практики руководствуемся критерием менее 30 % для SAVE и менее 10% для ШОТ-летальность.

- **Противопоказания к В-В ЭКМО**

Помимо, выше описанных общих критериев, к специфическим для В-В ЭКМО относятся:

- продолжительность пребывания на ИВЛ для взрослых более 7 суток, для детей более 14 суток, обусловлено с прогнозом худшей выживаемости 72 % против 30 % на ЭКМО;
- продолжительность применения ИВЛ с высокой фракцией кислорода FiO₂ 90-100 % более 48 часов, обусловлено с прогнозом худшей выживаемости из-за потенцирования повреждения альвеолярной выстилки (сурфактанта) и как следствие необратимости изменений паренхимы легких в сторону консолидации (пневмофиброза);
- тяжелая рефрактерная (применение NO, простагландина-E) к терапии легочная гипертензия (СДЛА более 50 мм рт.ст.);
- септический шок при трех и более критериях (лактат более 10 ммоль/л; норадреналин более 1,5 мкг/кг/мин; депрессия миокарда; расстройства

²⁹ SAVE - Survival after Veno-Arterial ECMO (выживаемость пациентов после В-А ЭКМО), однако шкала не учитывает тяжесть состояния обусловленную неврологическими критериями, транспортные сценарии ЭКМО, а также применение технологии у пациентов с рефрактерной СЛР, т.е. ЭСЛР(ЕСРР).

микроциркуляции), по SOFA ³⁰ более 13 баллов;

- низкая прогностическая оценка выживаемости по шкале RESP ³¹ [29], ШОТ-летальность (раздел 3.1), из своей практики руководствуемся критерием менее 30 % для RESP и менее 10 % для ШОТ-летальность;

- высокая нагрузка на систему здравоохранения в период пандемии может изменять критерии показания/противопоказания, вплоть до полного отказа от проведения ЭКМО, как метода лечения ассоциированного с высокой стоимостью и трудозатратами, определяется в том числе количеством пациентов одномоментно находящихся на ИВЛ в отделении реанимации при 100 % использовании коечного фонда.

Стоит также отметить, что пациенты, которым применялись такие методы, как высокопоточная оксигенотерапия и неинвазивная ИВЛ (НИВЛ) с высокой фракцией кислорода FiO₂ 90-100 % и РЕЕР более 15 см вод.ст. не отражены в критериях прогноза выживаемости (недостаточно исследований), однако опираясь на собственный практический опыт, эту категорию с прогностической точки зрения скорее следует оценивать также, как и пациентов на ИВЛ в жестких режимах.

3. Медицинская эвакуация в условиях ЭКМО

3.1. Критерии отбора, шкала оценки транспортабельности (ШОТ) и потенциальной летальности (ШОТ-летальность)

При ликвидации медико-санитарных последствий ЧС крайне важно обеспечить быструю эвакуацию тяжело пострадавших в специализированные медицинские учреждения, особенно остро встают эти вопросы при неудовлетворительной санитарно-эпидемиологической обстановке и медицинской эвакуации пациентов с особо опасными инфекциями. МЧС России осуществляет задачу эвакуации пострадавших силами и средствами

³⁰ SOFA - Sequential Organ Failure Assessment

³¹ RESP - Respiratory ECMO Survival Prediction (Выживаемость пациентов после В-В ЭКМО), однако шкала не учитывает тяжесть состояния обусловленную неврологическими критериями, транспортные сценарии ЭКМО, а также применение технологии у пациентов с пром-позицией.

специализированных бригад, в том числе авиамедицинских, отряда «Центроспас» и ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России, региональных поисково-спасательных отрядов.

Тяжесть состояния пациента определяет его транспортабельность, и всегда сопряжена с крайне высоким риском летального исхода или осложнений на этапе медицинской эвакуации. В настоящее время уже существуют и продолжают разрабатываться ряд технологий транспортировки пациентов с жизнеугрожающими критическими состояниями, например, на основе реанимационных транспортных медицинских модулей, которые были введены в эксплуатацию в структуре МЧС России с 2014 года (рис. 25). ЭКМО является одной из технологий в транспортном исполнении, расширяющих возможности медицинских модулей, ее применение позволяет существенно снизить риски для пациента на этапе медицинской эвакуации, включая межгоспитальную транспортировку, и улучшить показатели госпитальной выживаемости. Понятие «нетранспортабельный пациент» по тяжести состояния в настоящее время требует существенной переоценки за счет возможности применения ЭКМО на этапе медицинской эвакуации.



Рисунок 25. Модуль медицинский самолетный (вертолетный), МЧС России, 2014 г.

После определения показаний (раздел 2.6) и противопоказаний (раздел 2.7) переходят к калькуляции рисков с помощью прогностических шкал. В настоящее время широко известны шкалы оценки тяжести состояния и прогноза потенциальной летальности пациента, которые в том числе учитывают преобладающую нозологию:

- международные (SOFA, APACHE ³², TBI ³³, NIHSS ³⁴, ISS ³⁵, SAPS ³⁶),
- международная для В-А ЭКМО (SAVE),
- международная для В-В ЭКМО (RESP),
- отечественные (ВПХ ³⁷, ШОВС ³⁸).

Однако, ни одна из них не учитывает фактор предстоящей транспортировки в отличие от популярной специализированной международной шкалы MEWS ³⁹, специально разработанной в 2011 году под международные рекомендации медицинской эвакуации для бригад СМП, но и она не учитывает факторы возможного применения ЭКМО, а также сценария авиамедицинской эвакуации, что сопряжено со значимыми изменениями (порядка 200 bar) атмосферного давления, безусловно влияющих на состояние пациента. На основании накопленного опыта и проведения научно-исследовательской работы сотрудниками ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России рекомендованы специализированные шкалы для оценки транспортабельности «ШОТ» (табл. 5 А, 5 Б) и вероятности летального исхода «ШОТ-летальность» (табл. 6 А, 6 Б) (Шелухин Д.А., 2022). В оценочном прогнозе этих шкал помимо фактора потенциального применения ЭКМО, также учитываются возрастные коэффициенты для гемодинамических показателей (возрастная норма/патология) и фактор изменения барометрического давления в кабине самолета при авиамедицинской эвакуации. Шкала «ШОТ-летальность» имеет более высокую доказанную рекомендацию

³² APACHE - Acute Physiology and Chronic Health Evaluation

³³ TBI - Traumatic Brain Injury

³⁴ NIHSS - NIH Stroke Scale

³⁵ ISS - Injury Severity Score

³⁶ SAPS - Scale for the Assessment of Positive Symptoms

³⁷ ВПХ – Военно-Полевая Хирургия

³⁸ ШОВС – Шкала Оценки Витальных Систем

³⁹ MEWS - Modified Early Warning Score

прогноза вероятности летального исхода в сравнении с SOFA и APACHE-IV. Сочетание этих шкал «ШОТ» и «ШОТ-летальность» помогает врачам специализированных БрСМП, в том числе санитарной авиации, осуществляющим медицинскую эвакуацию пострадавших в ЧС и тяжелобольных, на практике принимать правильные решения в сжатые сроки на этапе консультативного заключения о дальнейшей тактике и целесообразности медицинской эвакуации, в том числе с применением ЭКМО.

Формула построена на основе логистической регрессионной модели семи наиболее значимых из более, чем трех десятков показателей, которые были оценены через призму негативного влияния транспортировки на состояние пациента в момент выполнения медицинской эвакуации, а также первые трое суток (сопряженный период) после ее завершения в стационаре. Каждый из семи признаков, представленных в формуле, имеет точку отсечения, если соответствует условиям – присваивается 1, значит в общую сумму идет количество баллов в соответствии со степенью значимости признака.

Общая сумма формулы может быть - в интервале числовых значений от 0 до 127 баллов. Интерпретация состояния тяжести на основании полученных данных шкалы «ШОТ» выполняется следующим образом:

- количество баллов до 30 состояние соответствует компенсированному, может быть эвакуирован;
- количество баллов от 30 до 70 состояние соответствует субкомпенсированному, может быть эвакуирован только в условиях продолжающейся интенсивной терапии;
- количество баллов более 70 состояние соответствует декомпенсированному, не может быть эвакуирован до стабилизации состояния на уровень субкомпенсированного (менее 70 баллов) на фоне продолжающейся интенсивной терапии, включая применение ЭКМО, только после этого может быть повторно рассмотрен вопрос о возможности выполнения межгоспитальной медицинской эвакуации.

Таблица 5 А.

Шкала Оценки Транспортабельности «ШОТ»

Номер признака	Признак и Условие (точка отсечения)	Условие выполняется	Условие не выполняется
1	Респираторное отношение $PaO_2/FiO_2 \times 0,75^* \leq 110$	37 баллов	0 баллов
2	$ЧСС \times 0,65^{**} \geq 127$	27 баллов	0 баллов
3	$SvO_2 \leq 50$	21 баллов	0 баллов
4	$VIS \geq 4$	20 баллов	0 баллов
5	$PaCO_2 \geq 55$	16 балла	0 баллов
6	Возраст ≥ 65	6 баллов	0 баллов
7	«ЭКМО»	-27 баллов	0 баллов

Таблица 5 Б.

Формула оценки транспортабельности «ШОТ»

Формула оценки транспортабельности (ШОТ)	Негативное влияние транспортировки на состояние пациента
	$= 37 \times \text{«}PaO_2/FiO_2 \times 0,75^* \text{ (если самолет}^* \text{)} \leq 110\text{»} +$ $+ 27 \times \text{«}ЧСС \times 0,65^{**} \text{ (если вес} < 10\text{кг}^{**} \text{)} \geq 127\text{»} +$ $+ 21 \times \text{«}SvO_2 \leq 60\text{»} + 20 \times \text{«}VIS \geq 4\text{»} + 16 \times \text{«}PaCO_2 \geq 55\text{»} +$ $+ 6 \times \text{«}Возраст \geq 65\text{»} - 27 \times \text{«}ЭКМО\text{»}$

Примечание: * - коэффициент 0,75 применяется, если предстоит авиационная медицинская эвакуация, коррекция учитывает понижение барометрического давления в кабине воздушного судна относительно атмосферного давления до 570-620 атм., что эквивалентно высоте 1524 – 2448 метров над уровнем моря $PaO_2/FiO_2 \times \text{bar pressure}/760$. Данный коэффициент разработан на основе собственных наблюдений в ходе медицинской эвакуации и обзора литературных данных [30];

** - коэффициент 0,65 применяется, если вес пациента менее 10кг (упрощенный вариант), можно так же применять коэффициент относительно возраста пациента (0,5 – до 1мес., 0,6 – до 1 года, 0,7 – 4 года, 0,8 – 8 лет, 0,9 – 12 лет, 1,0 – старше 12 лет). Данные коэффициенты разработаны самостоятельно методом математического моделирования на основе знаний нормальной физиологии, а также обзора подобных коэффициентов по литературным данным [31, 32].

Для оценки вероятности прогноза летального исхода была построена регресс-сионная 100-бальная шкала «ШОТ – Летальность» наиболее значимых дополнительно отобранных, с учетом поставленной задачи, десяти признаков (таблица 6 А, 6 Б).

Шкала позволяет учитывать влияние каждого из десяти признаков, которые вносят разный вклад (от 0 до 29 баллов) в итоговую сумму. Общая сумма формулы может быть в интервале числовых значений от 0 до 100 баллов, что соответствует вероятному % летальности.

Для удобства клинического применения шкала «ШОТ-летальность» также приведена в виде формулы (таблица 6 Б).

Таблица 6 А.

Шкала прогноза вероятности летального исхода «ШОТ-летальность»

Номер признак а	Признак и Условие (точка отсечения)	Условие выполняется	Условие не выполняется
1	Лактат ≥ 8	29 баллов	0 баллов
2	SvO ₂ < 50	16 баллов	0 баллов
3	Креатинин ≥ 300	11 баллов	0 баллов
4	Возраст ≥ 65	10 баллов	0 баллов
5	Респираторное отношение PaO ₂ /FiO ₂ < 110	9 баллов	0 баллов
6	Продолжительность ИВЛ > 7	7 баллов	0 баллов
7	Билирубин ≥ 102	7 баллов	0 баллов
8	СЛР, есть	6 баллов	0 баллов
9	PaCO ₂ > 70	4 балла	0 баллов
10	VIS ≥ 4	1 балл	0 баллов

Таблица 6 Б.

Формула прогноза вероятности летального исхода «ШОТ-летальность»

Формула оценки вероятности летального исхода (ШОТ- летальность)	Оценка вероятности летального исхода пациента
	$ \begin{aligned} & 29 \times \text{«Лактат} \geq 8\text{»} + 16 \times \text{«SvO}_2 < 50\text{»} + \\ = & + 11 \times \text{«Креатинин} \geq 300\text{»} + 10 \times \text{«Возраст} \geq 65\text{»} + \\ & + 9 \times \text{«PaO}_2/\text{FiO}_2 < 110\text{»} + 7 \times \text{«ИВЛ} > 7\text{сут.»} + \\ & + 7 \times \text{«Билирубин} \geq 102\text{»} + 6 \times \text{«СЛР»} + \\ & + 4 \times \text{«PaCO}_2 > 70\text{»} + 1 \times \text{«VIS} \geq 4\text{»} \end{aligned} $

3.2. Подготовка пострадавших в ЧС и тяжелобольных к медицинской эвакуации в условиях ЭКМО

При работе непосредственно в зоне ЧС или МГ/АМГ, для проведения первичной сортировки пострадавших и тяжелобольных, в том числе инфицированных ООИ, а также осуществления межгоспитальной медицинской эвакуации, в том числе с применением ЭКМО для медицинского персонала рекомендовано применение следующих медицинских документов:

- «медицинская карта пострадавшего в ЧС» (прил. 1), в которой отражен принцип маркировки «светофор», приоритетного решения в соответствии с тяжестью состояния;

- «заочная консультация пациента для осуществления специализированной медицинской эвакуации в условиях ЭКМО» (прил. 2), в которой отражены общая часть, лабораторные показатели, критерии за/против, а также бальная оценка специализированных шкал, вид транспорта в соответствии с предстоящей логистикой медицинской эвакуации, раздел заключение, заполняется ответственным врачом ЭКМО-центра или специализированной БрСМП;

- «чек-лист медицинской эвакуации в условиях ЭКМО» (прил. 3), определяет готовность пациента, специализированной БрСМП и принимающего стационара (ЭКМО-центр) к непосредственному выполнению медицинской эвакуации, обязателен к заполнению, содержит разделы идентификации пациента, комплектности транспортных контейнеров с оборудованием, инструментами, расходными материалами, медикаментами, медицинскими газами в баллонах, оценки действий персонала по завершению медицинской эвакуации с целью аналитики, основная задача - уменьшить вероятность потенцирования ошибки;

- «перечень оборудования, инструментов, расходных материалов, медикаментов, транспортных контейнеров для выполнения медицинской эвакуации, в т.ч. авиамедицинской в условиях транспортной ЭКМО» (прил. 4);

- «карта СМЭ в условиях ЭКМО» (прил. 5), заполняется непосредственно в ходе осуществления медицинской эвакуации с отражением параметров базового мониторинга пациента, а также показателей ЭКМО.

3.3. Подключение ЭКМО

После оценки прогноза потенциальной выживаемости и рисков предстоящей медицинской эвакуации пациента, ответственным врачом специализированной БрСМП, в ряде случаев решением консилиума принимается решение о подключении ЭКМО. Рекомендован к заполнению следующий перечень документов:

До подключения ЭКМО:

- «информированное добровольное согласие на медицинское вмешательство (проведение медицинской эвакуации в условиях ЭКМО)» (прил. 6), оформляется пациентом (по состоянию), законным представителем в случае опекуна или несовершеннолетия пациента или решением консилиума;

- «информированный добровольный отказ от медицинского вмешательства (проведения медицинской эвакуации в условиях ЭКМО)» (прил. 7), оформляется пациентом (по состоянию), законным представителем в случае опекуна или несовершеннолетия пациента;

После подключения ЭКМО:

- «протокол подключения /отключения ЭКМО» (прил. 8);

- «карта специализированной медицинской эвакуации в условиях ЭКМО» (прил. 5), продолжает заполняться в ходе осуществления всего этапа медицинской эвакуации, с отражением параметров пациента, аппарата ЭКМО, медикаментозной терапии, манипуляций.

Для оптимизации действий медицинского персонала специализированной БрСМП приводим пошаговую инструкцию подключения аппарата ЭКМО.

Пошаговая инструкция:

1. До момента прибытия к пациенту, заполнить консультативное заключение о целесообразности и технической возможности подключения ЭКМО, с указанием диагноза, анамнеза, объективного статуса, лабораторных и инструментальных диагностических данных.

2. По факту приезда специализированной БрСМП у постели пациента собрать недостающие данные по состоянию, которые уточняются, в том числе,

с помощью экспресс диагностики (газы, КОС крови, коагулограмма, клинический анализ крови).

3. Провести ультразвуковое исследование по протоколу RUSH сосудов, сердца, пространств и полостей (плевральная, перикардальная, внутрибрюшная, забрюшинная, таз) (прил. 9). Определить оптимальные анатомические локации для постановки канюль, их размерность и тип, с учетом выбранной схемы и предполагаемых скоростей перфузии.

4. Установить аппарат ЭКМО на специализированный держатель (холдер), обеспечивающий надежное крепление аппарата, ниже уровня правого предсердия пациента, в непосредственной близости от него. Подключить аппарат ЭКМО к стационарной электросети через удлинитель. Подключить кислородо-воздушный миксер ЭКМО к стационарной системе газоразводки (Воздух/O₂) с помощью соответствующего разъема (по умолчанию DIN 13260). Возможные стандарты газовых разъемов, применяющихся на территории РФ, представлены в прил. 10.

5. Проверить целостность упаковок одноразового сета с оксигенатором, центрифужным насосом, набором магистралей и мешком первичного заполнения, канюль, системы их постановки по Сельдингеру.

6. С соблюдением асептики собрать контур ЭКМО, установить оксигенатор и центрифужный насос в штатное место на аппарате.

7. Подключить датчики потока/пузырей, давления (P1, P2, P3), Hb/SvO₂. Обнулить датчики давления перед заполнением контура!!!

8. Перевести датчик пузырей в режим «заполнения контура».

9. Пассивно (градиент тока жидкости) заполнить мешок первичного заполнения и далее контур ЭКМО стерильными растворами NaCl 0,9 % и Гелофузином в соотношении 1:1 объемом не менее 1,5 литров в направлении тока крови от заборной (венозной) магистрали в сторону центрифужного насоса, оксигенатора, возвратной (артериальной магистрали), полностью вытесняя воздух из контура (профилактика воздушной эмболии) (рис. 26). Перед заполнением контура ЭКМО проверить надежность соединения всех компо-

нентов контура, включая краны и заглушки для инфузии, открыть гидрофобные клапаны удаления пузырей из системы!!!

10. Активно (включить центрифужный насос на малые обороты ⁴⁰) дозаполнить контур ЭКМО. Начать рециркуляцию (удаление микропузырей) через мешок первичного заполнения.

11. Продолжить рециркуляцию контура ЭКМО на высоких оборотах в течение 5 минут, отключив от мешка первичного заполнения.

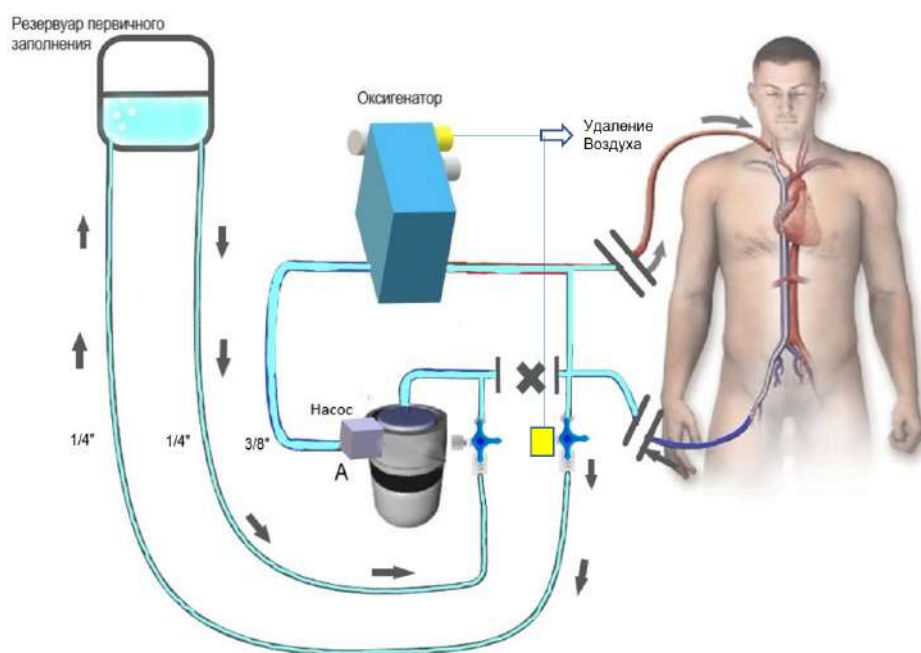


Рисунок 26. Заполнение контура ЭКМО с помощью мешка (резервуара) первичного заполнения с профилактикой воздушной эмболии

12. Определится с режимом антикоагулянтной терапии, при необходимости ввести в контур ЭКМО Гепарин, 20 % от расчетной общей стартовой дозы, (см. разделы 2.4, 2.5), оставшиеся 80 % ввести в/в пациенту на начало перфузии при отсутствии осложнений, сопряженных с канюляцией.

13. Подключить оксигенатор к кислородовоздушному миксеру, включить газоток на 2л/мин, FiO₂ 100 %, далее отрегулировать по газам крови.

⁴⁰ Понятие большие и малые обороты центрифужной головки условное, ее частота вращения определяется конструктивными особенностями и объемом, отличаются между разными производителями. По скорости перфузии малые обороты – до 1л/мин, большие обороты – более 5 л/мин.

14. Параллельно силами специализированной БрСМП с соблюдением асептики подготовить пациента (оптимальная укладка, широкая обработка антисептиками локусов канюляции).

15. На манипуляционный столик выложить стерильные наборы инструментов, шовного и гемостатического материалов, соответствующие укладкам № 1, 2, 3 из контейнера №2 (см. прил. 3, 4):

- 15.1 стерильные магистральные зажимы не менее 4-х шт.,
- 15.2 стерильные иглодержатели не менее 2-х шт.,
- 15.3 стерильная емкость с NaCl 0,9% - 100 мл,
- 15.4 шприц –10 мл не менее 2-х шт.,
- 15.5 шприц – 20 мл не менее 2-х шт.,
- 15.6 шприц – 150 мл (Жане) 1 шт.,
- 15.7 набор стерильных шариков 30 шт.,
- 15.8 набор стерильных салфеток 30 шт.,
- 15.9 атравматические иглы с нитками 1/0 (пролен) 6 шт.,
- 15.9 набор для катетеризации ЦВК 2 шт.,
- 15.10 набор для канюляции с дилататорами (размер, количество),
- 15.11 канюли (тип, размер, количество) по требованию,
- 15.12 стерильные перчатки (размер, количество) по требованию,
- 15.13 гемостатические наклейки на канюли (тип, размер, количество),
- 15.14 лейкопластырная повязка (курофикс).

16. Приготовить аппарат УЗИ, стерильный чехол для датчика, ультразвуковой гель для обеспечения сосудистой ультразвуковой навигации при канюляции.

17. Обработанное операционное поле широко накрыть стерильным операционным бельем (простыня). Операторам надеть хирургические стерильные халаты и перчатки.

18. В соответствии с правилами клинической безопасности провести инфильтрационную анестезию в проекции мест канюляции.

19. Выполнить канюляцию, строго контролируя все ее этапы с помощью аппарата УЗИ, аспирационной пробы, при возможности рентгенологическими методами визуального контроля.

20. Соединить контур ЭКМО с канюлями, соблюдая профилактику воздушной эмболии. Контролировать позиционирование канюль и магистралей с помощью разгрузочных зажимов.

21. Снять магистральные зажимы, начать перфузию ЭКМО, постепенно увеличивая производительность, внимательно контролировать параметры мониторинга пациента, аппарата ЭКМО (см. раздел 2.5), оценить вероятность возможных осложнений канюляции (см. раздел 2.4).

22. При необходимости продолжения антикоагулянтной терапии принять решение о введении оставшихся 80 % от расчетной стартовой дозы Гепарина, далее поддерживающая инфузия в соответствии с рекомендациями (см. табл. 2, 3 раздела 2.5).

23. Надежно зафиксировать канюли в нескольких точках шовным материалом к коже. Наложить гемостатическую асептическую лейкопластырную повязку. При необходимости усилить гемостатический эффект компрессионным бинтованием по типу повязки «пилот».

24. Наложить фиксирующие хомуты в местах соединения магистралей с канюлями.

25. При возникновении циркуляторной ишемии конечности, обеспечить ее профилактику с помощью постановки дистального шунта из контура ЭКМО. Контролировать дистальную перфузию посредством мониторинга тканевой оксиметрии (см. раздел 2.5).

26. Переложить пациента на рентгенпроницаемый транспортный щит с гелевым противопролежневым матрасом (рис. 27).

27. Зафиксировать аппарат ЭКМО на специальном универсальном держателе (холдере) на транспортном щите (рис. 27).

28. Перед транспортировкой, с целью разгрузки и профилактики непредвиденной деканюляции, зафиксировать магистрали к верхней и нижней

конечности турами бинта, также использовать фиксаторы транспортного щита для головы и шейного отдела позвоночника пациента.



Рисунок 27. Щит для транспортировки пострадавших в ЧС и тяжелобольных «Sanismart BaXstrap Immo-Set» Laerdal, Норвегия с держателем (холдером) универсальным для транспортных систем ЭКМО ⁴¹

29. Переложить (желательно участие 6 человек) пациента на щите вместе с фиксированным с помощью держателя аппаратом ЭКМО на транспортную каталку, контролировать контур аппаратов ИВЛ и ЭКМО.

30. Перед началом движения зафиксировать пациента, аппарат ЭКМО, ИВЛ, монитор, баллоны с O₂ многоточечными ремнями фиксации на транспортной каталке. Проверить заряд аккумуляторов всех систем жизнеобеспечения и мониторинга, а также запас O₂ в баллонах. Перевести все системы жизнеобеспечения и мониторинга в автономный режим энергопотребления.

31. Обеспечить расширенный мониторинг параметров пациента и аппарата ЭКМО в ходе медицинской эвакуации (см. раздел 2.5) и их фиксацию в «карте специализированной медицинской эвакуации в условиях ЭКМО» (прил. 5).

32. Начать движение в сторону транспортного средства.

33. При нахождении пациента в транспортном средстве, до начала движения, все системы жизнеобеспечения и мониторинга подключаются к бортовой сети. Подача кислорода также переключается с транспортных баллонов на штатные источники (баллоны большого объема) транспортного средства.

⁴¹ Шелухин Д.А., Павлов А.И., патент на изобретение №2740245 от 13.12.2019.

3.4. Экстренная замена контура ЭКМО

В случае возникновения тромбоза или механического повреждения составных частей контура (магистралей, оксигенатор, центрифужный насос) в ходе выполнения медицинской эвакуации в условиях ЭКМО можно ограничиться заменой проблемной части контура (при наличии запасной), но практика показывает, что в целях экономии времени и уменьшения рисков возникновения воздушной эмболии целесообразна замена всего контура ЭКМО в сборе. При выполнении медицинской эвакуации у Вас всегда должен быть в наличии запасной контур!!! Замена контура производится:

- ***В случае возможности продолжения экстракорпоральной перфузии***

- «старый» контур, после наложения магистрального зажима на венозную линию, переместить в запасной привод (ручной или электромеханический насос) центрифужного насоса, освободив штатный держатель (холдер) для оксигенатора «нового» контура;

- снять магистральный зажим с венозной линии, продолжить перфузию с помощью запасного привода центрифужного насоса;

- в освободившийся штатный привод центрифужного насоса и держатель (холдер) позиционировать соответственно центрифужную головку и оксигенатор «нового контура»;

- заполнить «новый» контур ЭКМО в соответствии с описанием выше (раздел 3.3), (рис. 26);

- стоп перфузия, наложить магистральные зажимы 4 шт. как можно ближе к артериальной (возвратной) и венозной (заборной) канюлям;

- переключить заправленный «новый» контур ЭКМО к магистралям «старого» контура между ранее наложенными зажимами (дистальный и проксимальный), через пересечение ножницами и далее использование магистральных коннекторов (соединителей) «3/8-3/8-боковой Luer-Lock», соответственно артериальной и венозной линии;

- удалить шприцом через боковой Luer-Lock пузыри воздуха, снять магистральные зажимы, запустить экстракорпоральную перфузию «нового» контура ЭКМО в штатном положении на аппарате;

- из старого контура слить в направлении артериальной линии кровь в резервуар с антикоагулянтом (гепарин или цитрат), реинфузировать кровь через гемотрансфузионную систему с фильтром пациенту, при необходимости нейтрализовать избыточную антикоагуляцию/дождаться спонтанной деградации с понижением уровня антикоагуляции до целевых значений АСТ, АРТТ (табл. 2, 3).

- ***В случае невозможности продолжения экстракорпоральной перфузии***

- стоп перфузия, наложить магистральные зажимы 4 шт. как можно ближе к артериальной (возвратной) и венозной (заборной) канюлям;

- «старый» контур снять из штатного привода центрифужного насоса и держателя (холдера) оксигенатора;

- «новый» контур позиционировать в освободившийся штатный привод центрифужного насоса и держатель (холдер) оксигенатора;

- заполнить «новый» контур ЭКМО (в соответствии с описанием выше);

- переключить заправленный «новый» контур ЭКМО к магистралям «старого» контура между ранее наложенными зажимами, через пересечение ножницами и далее использование магистральных коннекторов (соединителей) «3/8-3/8-боковой Luer-Lock», соответственно артериальной и венозной линии;

- удалить шприцом через боковой Luer-Lock пузыри воздуха, снять магистральные зажимы, запустить экстракорпоральную перфузию «нового» контура ЭКМО в штатном положении на аппарате;

- из старого контура слить в направлении артериальной линии кровь в резервуар с антикоагулянтом (гепарин/цитрат), реинфузировать кровь через гемотрансфузионную систему с фильтром пациенту, при необходимости нейтрализовать избыточную антикоагуляцию или дождаться спонтанной деградации с понижением уровня антикоагуляции до целевых значений АСТ, АРТТ.

3.5. Система организации медицинской эвакуации в условиях ЭКМО в режиме ЧС и повседневной деятельности

Система организации медицинской эвакуации в условиях ЭКМО в повседневном режиме и режиме ЧС начинается поступления и далее обработки сигнала (информации) от медицинских работников в случае необходимости оказания консультативной помощи или запросе о межгоспитальной эвакуации. Кроме того, информация в ряде случаев может поступать диспетчерам экстренных служб из других источников и далее их задачей будет переадресация проблемы на консультативный Центр ЭКМО на базе ЛПУ 3-ого уровня и службы СМП. Схема оперативной обработки обращений от ЛПУ и службы СМП на предмет возможности применения технологии ЭКМО, как вида специализированной высокотехнологичной медицинской помощи представлена на рис. 28 в режиме ЧС и повседневной деятельности. Обращение от ЛПУ или службы СМП поступает в единый центр обращений и обработки информации «Система - 112, 103, 03». Далее начинается заполнение единой электронной формализованной карты пациента (пострадавшего) (ФИО, место нахождения, проблема и т.д.). Определяется уровень проблемы (федеральный, региональный/муниципальный), после чего диспетчер, в случае необходимости и в обязательном порядке при ЧС, взаимодействует с экстренными оперативными службами и принимает первичное тактическое решение о переадресации вызова диспетчеру регионального центра СМП и МК «РЦ СМП и МК». На этом уровне продолжается оформление формализованной электронной карты пациента с внесением данных (диагноз, тяжесть состояния, сроки заболевания, целесообразность применения технологии ЭКМО). Полный алгоритм организационных действий медицинского персонала в принятии решения о подключении к ЭКМО, оценке рисков предстоящей медицинской эвакуации и ее проведении; коммуникации между центром ЭКМО терапии, ЛПУ (в том числе МГ/АМГ) пребывания пострадавшего в ЧС, ведении медицинской документации; проведении экспертной оценки качества оказания медицинской эвакуации в условиях ЭКМО (рис. 29).

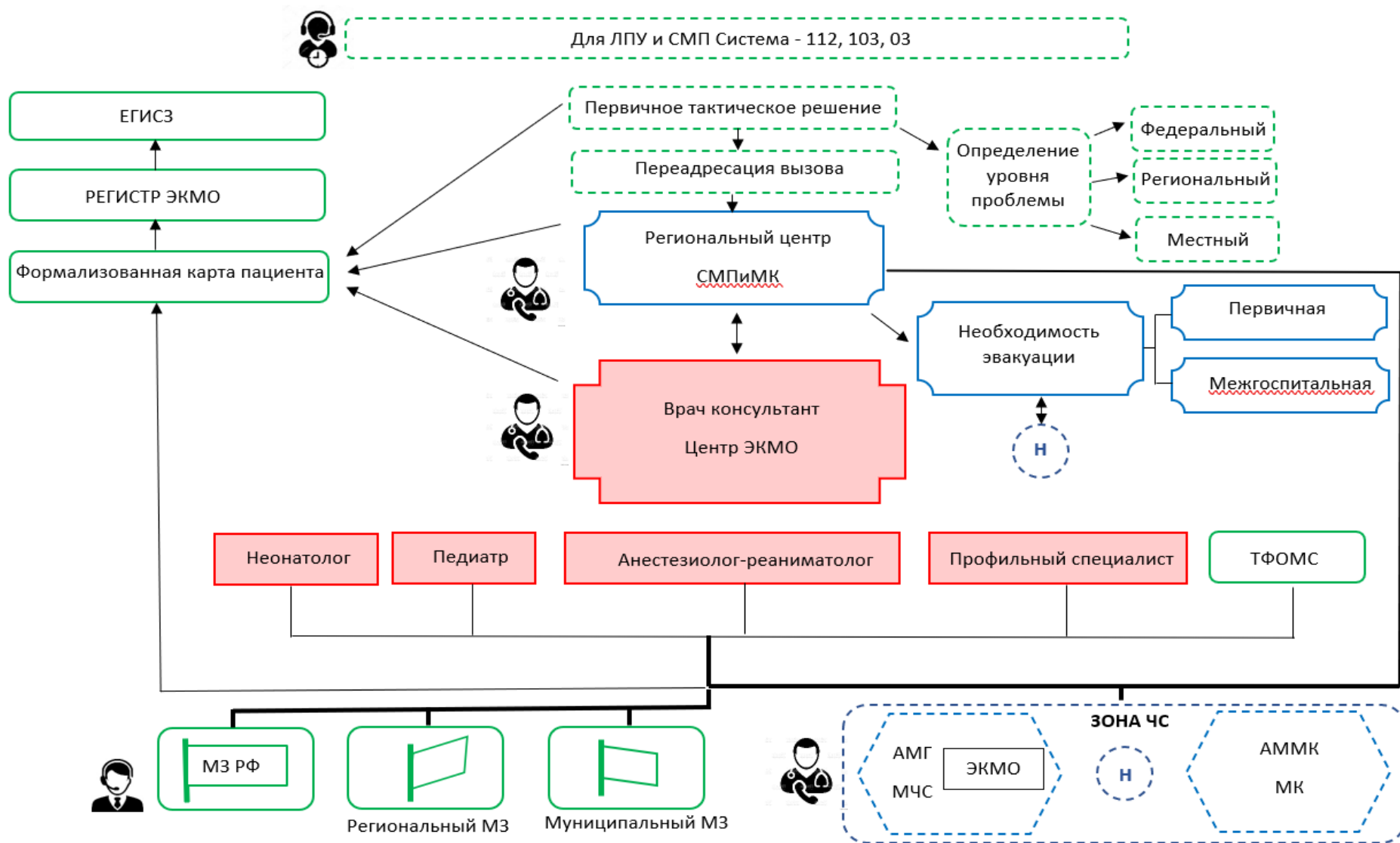


Рисунок 28. Схема оперативной работы служб при медицинской эвакуации в условиях ЭКМО в режиме ЧС и повседневной деятельности

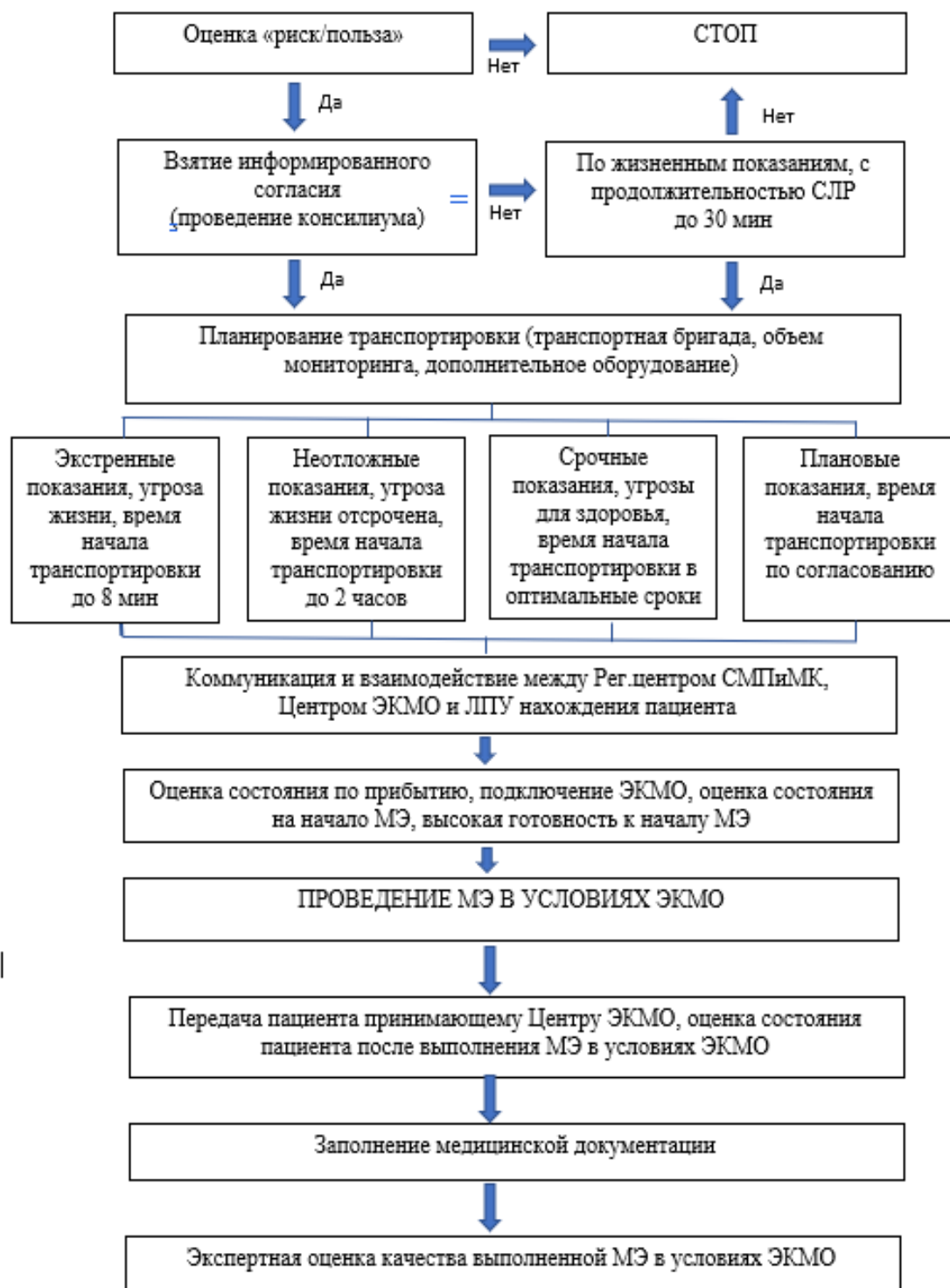


Рисунок 29. Алгоритм организации медицинской эвакуации в условиях ЭКМО

Логистика медицинской эвакуации пострадавших в ЧС и тяжелобольных, а также схема ее осуществления из мест размещения мобильных (автомобильных) госпиталей рядом с зоной ЧС, из ЛПУ 1-ого и 2-ого уровня в ЛПУ 3-его уровня (Центры ЭКМО) представлены на рис. 30.

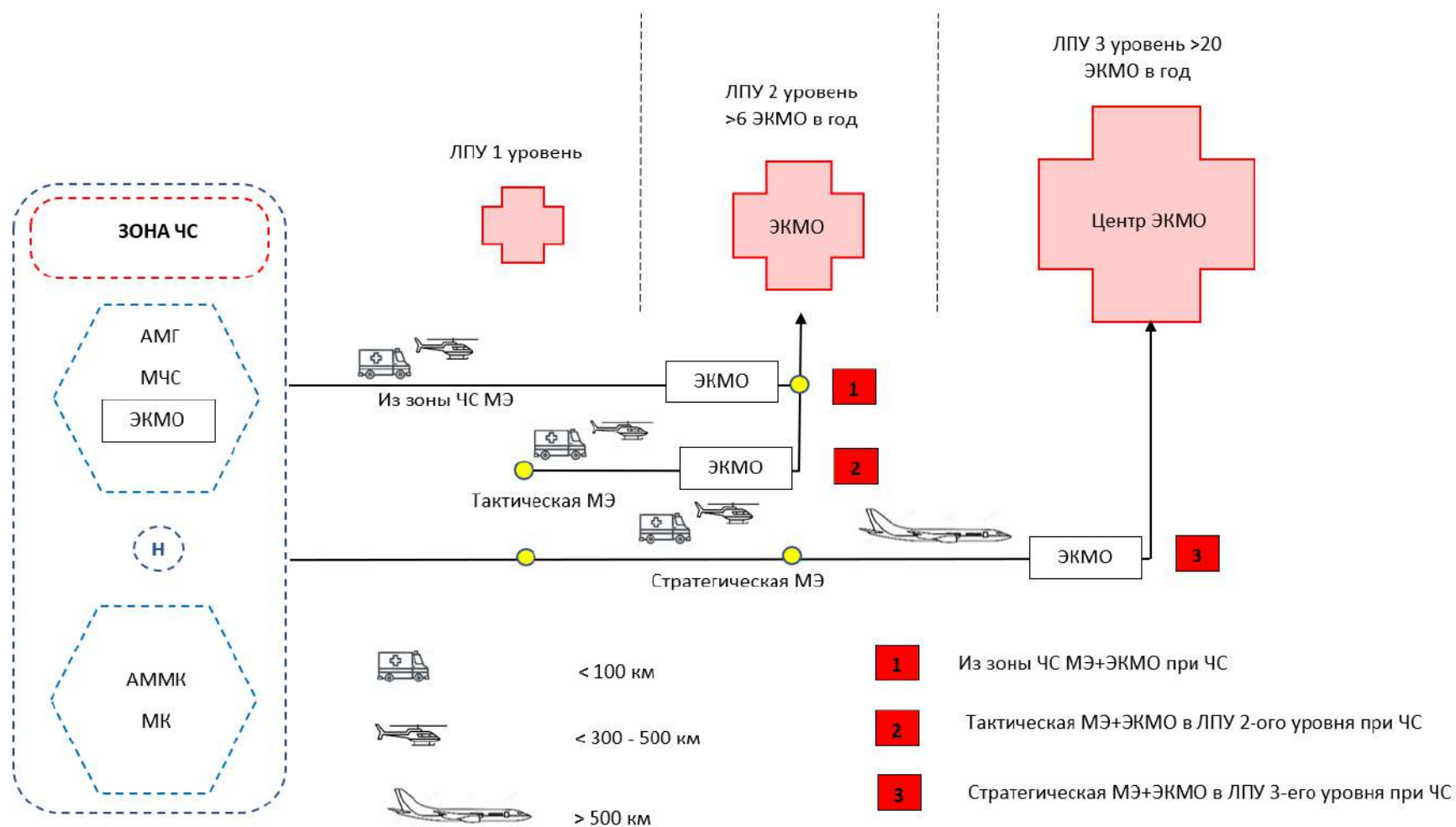


Рисунок 30. Схема медицинской эвакуации (МЭ) пострадавших в условиях ЭКМО в режиме ЧС и повседневной деятельности

4. Особенности медицинской эвакуации пациентов с особо опасными инфекциями на ЭКМО

Регламент проведения медицинских эвакуаций пациентов с особо опасными инфекциями (ООИ) определен приказом Минздравсоцразвития России от 31.01.2012 № 69н [33], методическими рекомендациями, утвержденными Главным государственным санитарным врачом [34], методическими рекомендациями, ранее разработанными Всероссийским центром медицины катастроф «Защита» «МЭ пациентов с инфекционными заболеваниями, в том числе больных или лиц с подозрением на болезнь, вызванную возбудителями особо опасных инфекций», (2019 г.) [35], а так же временными (16 версия от 18.08.2022) методическими рекомендациями по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (COVID-19) [36].

Организация оказания специализированной и высокотехнологичной помощи пострадавшим с ООИ, в том числе условиях проведения ЭКМО, предполагает их своевременную медицинскую эвакуацию в профильный инфекционное лечебное учреждение, в соответствии с утвержденной маршрутизацией. В период пандемии значительное количество заболевших COVID-19 потребовало разработки особого регламента мер по повышению уровня инфекционной безопасности специалистов БрСМП. Алгоритм действий специалистов БрСМП, осуществляющих медицинскую эвакуацию пострадавших в ЧС и тяжелобольных с COVID-19, обобщен и представлен в 16-ой версии от 18.08.2022 «Временных методических рекомендаций по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (COVID-19)», пункт 9.3.

Оказание медицинской помощи, в том числе на этапе медицинской эвакуации пострадавших в ЧС и тяжелобольным с ООИ выполняется в соответствии с действующим порядком, клиническими рекомендациями и стандартами. По показаниям, при наличии жизнеугрожающих состояний, проводится комплекс интенсивной терапии и при необходимости

реанимационные мероприятия, в том числе с применением ЭКМО как метода экстракорпоральной СЛР (ЭСЛР) в соответствии со схемами, утвержденными в действующих клинических рекомендациях (КР), ГОСТах и методических руководствах (МР). Медицинская эвакуация пострадавших в ЧС и тяжелобольных с COVID-19 осуществляется без транспортировочного изолирующего бокса (ТИБ) или в нем для особо опасных форм инфекционных заболеваний.

а) Медицинская эвакуация пациента с инфекционным заболеванием без транспортировочного изолирующего бокса.

До начала медицинской эвакуации участники специализированной БрСМП по прибытии к месту выявления пострадавшего в ЧС или тяжелобольного перед входом в зону контакта под наблюдением старшего медицинского работника бригады:

- весь персонал специализированной БрСМП, включая водителя и пилотов (при отсутствии изолирующей кабины) надевают защитные костюмы СИЗ в установленном порядке;

- врач бригады уточняет у больного данные эпидемиологического анамнеза, круг лиц, которые общались с ним (с указанием даты, степени и длительности контакта);

- определяет контингенты лиц, подлежащих изоляции, медицинскому наблюдению, экстренной профилактике;

- обеспечивает контроль эвакуации больного и контактных с ним лиц;

- передает информацию старшему врачу смены;

- старший врач смены уточненные сведения о пострадавшем в ЧС и тяжелобольном, а также о контактировавших с больным и проведенных первичных мероприятиях по локализации очага передает в общий центр сбора информации в режиме ЧС или повседневной деятельности.

Специализированная БрСМП, выполняющая медицинскую эвакуацию инфекционного больного, должна состоять из медицинских работников, обученных требованиям соблюдения противоэпидемического режима и

прошедших дополнительный инструктаж по вопросам инфекционной безопасности и дезинфекции.

Во время медицинской эвакуации пострадавший в ЧС или тяжелобольной транспортируется в маске или в условиях осуществления респираторной поддержки через вирусно-бактериальный фильтр со всеми мерами предосторожности. Все члены специализированной БрСМП, включая водителя и пилотов транспортного средства, в котором осуществляется медицинская эвакуация, должны быть одеты в комбинезон и маску при отсутствии изолированной кабины, в соответствии с установленными требованиями. При наличии нескольких пострадавших в ЧС или тяжелобольных с признаками ООИ старший медицинский работник специализированной БрСМП определяет количество и очередность медицинских эвакуаций, уточняет маршрутизацию и принимающее лечебное учреждение. Пострадавших в ЧС и тяжелобольных с крайне тяжелыми формами инфекционного заболевания целесообразно направлять в лечебные учреждения, обладающими всеми технологиями респираторной поддержки и методами экстракорпоральной гемокоррекции, в том числе ЭКМО. Транспортировка двух и более инфекционных больных из разных очагов на одном транспортном средстве не допускается. Совместная транспортировка нескольких пациентов с ООИ из одного очага допускается при отсутствии противопоказаний по клиническому статусу.

Машину скорой медицинской помощи дополнительно оснащают набором дезинфицирующих средств из расчета на одни сутки:

- средство для дезинфекции выделений;
- средство для дезинфекции поверхностей салона;
- средство для обработки рук персонала (1-2 упаковки);
- бактерицидный облучатель.

Расход дезинфицирующих средств, необходимых на одну смену, рассчитывают в зависимости от того, какое средство имеется в наличии и возможного числа выездов.

После выполнения медицинской эвакуации бригада проходит на территории лечебного учреждения, куда был доставлен пострадавший в ЧС или тяжелобольной, полную санитарную обработку с дезинфекцией защитной одежды. Транспортное средство, оборудование, предметы ухода за больным подвергаются заключительной дезинфекции на территории лечебного учреждения силами самой больницы или бригад учреждения дезинфекционного профиля (в соответствии с комплексным планом).

За членами бригады, проводившей медицинскую эвакуацию, устанавливается наблюдение на срок 7 дней.

б) Медицинская эвакуация пациента с инфекционным заболеванием с применением транспортировочного изолирующего бокса.

Пострадавшие в ЧС и тяжелобольные с подтвержденным или предполагаемым диагнозом на особо опасные формы инфекционных заболеваний (COVID-19, Эбола и др.) перевозятся транспортом с использованием транспортировочного изолирующего бокса (ТИБ), оборудованного фильтровентиляционными установками, окнами для визуального мониторинга состояния пациента, двумя парами встроенных перчаток для проведения основных процедур во время транспортирования. Для медицинской эвакуации зараженных особо опасными формами инфекций рекомендован ТИБ BIO-BAG EBV 30/40 и BIO-BAG EBV 30/40 AIR/HELI (авиационный) с принадлежностями (EGO Zlin) (ПУ № ФСЗ 2010/07999 от 07.10.2010) (рис. 31).

Для медицинской эвакуации пострадавшего в ЧС или тяжелобольного формируется специализированная БрСМП, прошедшая инструктаж по вопросам санитарно-противоэпидемического режима и инфекционной безопасности. Специализированная БрСМП осуществляет прием пострадавшего в ЧС или тяжелобольного, его размещение в ТИБ и последующее сопровождение в ходе медицинской эвакуации.



Рисунок 31. Транспортировочные инфекционные боксы (ТИБ): ТИБ BIO-BAG EBV 30/40 (А) и ТИБ BIO-BAG EBV 30/40 AIR/HELI (авиа) (Б)

Все перемещения новорожденных (вне- и внутригоспитальные) производятся в транспортном кувете вне зависимости от гестационного возраста и массы тела новорожденного. Кувез должен быть оснащен герметизирующими портами для манипуляций и проведения через стенки кувета необходимых манипуляций и устройств для жизнеобеспечения ребенка. Медицинские работники, водитель (пилот) должны быть одеты в защитную одежду и респиратор с высокой степенью (99,9 %) бактерио-вирусной фильтрации воздуха в соответствии с утвержденными требованиями.

До начала медицинской эвакуации с пострадавшим в ЧС или тяжело-больным до помещения в ТИБ проводят комплекс подготовительных мероприятий: на месте эвакуации старший медицинский работник специализированной БрСМП оценивает состояние пациента на момент начала транспортировки и решает вопрос о проведении дополнительных медицинских манипуляций.

Пострадавшего в ЧС или тяжелобольного размещают внутри камеры транспортировочного модуля в горизонтальном положении на спине и фиксируют ремнями; в ТИБ помещают необходимое для транспортирования и оказания медицинской помощи оборудование и медикаменты; после этого закрывают застежку-молнию. Проверяют надежность крепления фильтров,

включают фильтровентиляционную установку на режим отрицательного давления.

После помещения пациента в ТИБ медицинский персонал бригады протирает руки в резиновых перчатках и поверхность клеенчатого фартука, орошает наружную поверхность транспортировочного модуля дезинфицирующим раствором с экспозицией в соответствии с инструкцией по применению.

Во время медицинской эвакуации медицинский персонал специализированной БрСМП соблюдает все меры инфекционной безопасности, находясь в защитной одежде, масках (респираторах) в соответствии с установленными требованиями (см. выше). Работа с пострадавшим в ЧС или тяжелобольным с особо опасными формами инфекции во время медицинской эвакуации осуществляется с обеспечением герметичности ТИБ в кабине (на борту) транспортного средства. В боксе инфекционного стационара пострадавшего в ЧС или тяжелобольного из ТИБ передают медицинским работникам стационара.

После выполнения медицинской эвакуации транспорт и ТИБ, а также находящиеся в нем предметы, использованные при транспортировании, обеззараживаются силами бригады дезинфекторов на территории инфекционного стационара на специальной, оборудованной стоком и ямой площадке для дезинфекции транспорта, используемого для перевозки больных в соответствии с действующими методическими документами. Внутренние и внешние поверхности транспортировочного модуля и автотранспорта обрабатываются путем орошения из гидропульта разрешенными для работы с опасными вирусами дезинфицирующими средствами в концентрации в соответствии с инструкцией. Фильтрующие элементы ТИБ и другие медицинские отходы утилизируют в установленном порядке. Защитную и рабочую одежду по окончании медицинской эвакуации подвергают специальной обработке методом замачивания в дезинфицирующем растворе по вирусному режиму согласно инструкции по применению. Все члены бригады

обязаны пройти санитарную обработку в специально выделенном помещении инфекционного стационара.

За членами бригад, проводивших медицинскую эвакуацию, устанавливается медицинское наблюдение на срок 7 дней.

в) Мероприятия бригады дезинфекции.

Мероприятия по дезинфекции проводятся с учетом письма Роспотребнадзора от 23.01.2020 № 02/770-2020-32 «Об инструкции по проведению дезинфекционных мероприятий для профилактики заболеваний, вызываемых коронавирусами». По прибытии на место проведения дезинфекции члены бригады надевают защитную одежду. Заключительную дезинфекцию в транспортном средстве проводят немедленно после эвакуации больного. Для проведения обеззараживания в очаг входят два члена бригады, один дезинфектор остается вне очага. В обязанность последнего входит прием вещей из очага для камерной дезинфекции, приготовление дезинфицирующих растворов, поднос необходимой аппаратуры. Перед проведением дезинфекции необходимо закрыть окна и двери в помещениях, подлежащих обработке. Проведение заключительной дезинфекции начинают от входной двери здания, последовательно обрабатывая все помещения, включая комнату, где находился пострадавший в ЧС или тяжелобольной. В каждом помещении с порога, не входя в комнату, обильно орошают дезинфицирующим раствором пол и воздух. В медицинской организации, оказывающей медицинскую эвакуацию зараженных с подозрением ООИ, согласно санитарным правилам необходимо наличие:

- неснижаемого запаса СИЗ персонала (защитная одежда, маски, респираторы, очки/экраны, перчатки и другие);
- укладки для забора биологического материала у больного (подозрительного);
- укладки со средствами экстренной профилактики мед. работников;
- месячного запаса дезинфицирующих средств и аппаратуры;

- тест-систем для лабораторной диагностики в случае выявления лиц с подозрением на коронавирусную инфекцию;
- медицинского персонала, обученного действиям при выявлении больного (подозрительного на) ООИ.

При использовании СИЗ обязательно следовать требованиям санитарных правил. Использованные материалы обеззараживаются и/или обезвреживаются и в последующем захораниваются или уничтожаются в соответствии с требованиями к медицинским отходам класса В. Проводится заключительная и текущая дезинфекция, включая обеззараживание воздуха.

5. Организация внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности при применении транспортного ЭКМО

В настоящее время в центре внимания системы здравоохранения – пациент и его потребности в медицинской помощи. Несколькими годами ранее абстрактное слово «качество» на сегодняшний день получило конкретное наполнение посредством законодательного закрепления понятия «качество и безопасность медицинской деятельности» [38].

Система здравоохранения реагирует на глобальные вызовы по обеспечению безопасности пациентов и медицинского персонала не только при работе в условиях стационаров и поликлиник, но и при выполнении выездных форм работ, что проверено на практике при работе как в режиме повседневной деятельности, так и в условиях многочисленных ЧС различного характера, в том числе при эпидемии COVID 19.

Накопленный за последние десятилетия опыт национальных систем здравоохранения по применению методики транспортной ЭКМО при работе в догоспитальном периоде, проведении медицинской эвакуации различными видами транспорта, в том числе в условиях ЧС, диктует необходимость реализации системы менеджмента качества с практикой выявления, профилактики, минимизации рисков, применением процессного, пациент-ориентированного подходов [39 , 40].

Требования к организации и проведению внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности утверждены законодательно и содержат механизмы эффективного управления процессами, фактически не применявшиеся ранее в широком масштабе в медицинских организациях нашей страны [41].

Требования были разработаны на основе результатов проведения Минздравом России, Росздравнадзором и ФГБУ «Национальный институт качества» Росздравнадзора пилотного проекта по внедрению Предложений (Практических рекомендаций) по организации внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности в медицинских организациях, в том числе выполняющих выездные формы работ [42, 43].

Взяв за основу Практические рекомендации возможно адаптировать систему внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности к проведению медицинской эвакуации больных и пострадавших с применением методики ЭКМО для выявления и профилактики возможных рисков, эффективного использования кадровых и материально-технических ресурсов, с учетом особенностей данного вида работ [42, 43]:

- высокая ресурсоемкость, что обуславливает значительную зависимость от уровня технического оснащения – состояния медицинского оборудования и расходных материалов, транспорта (наземный, воздушный), средств связи (с возможностью мобильной передачи данных), процессов диспетчеризации (то есть качества вспомогательных процессов), а также состояния кадровых ресурсов, включая уровень профессиональной подготовки.

- оперативный характер мероприятий, предъявляющий требования к срокам и характеру организации и проведения медицинской эвакуации с применением ЭКМО, особенно при ЧС.

- необходимость четкого соблюдения принципов маршрутизации с учетом месторасположения специализированных центров ЭКМО-терапии, длительности предстоящей медицинской эвакуации, количества этапов

медицинской эвакуации, вида транспорта (реанимобиль, вертолет, самолет) и др.

Организация и проведение транспортной ЭКМО состоит из значительного числа взаимосвязанных процессов. Требования к процессам закреплены в порядках оказания данного вида помощи и в клинических рекомендациях. Наиболее опасные ситуации возникают при передаче клинической ответственности за состояние пациента при обеспечении преемственности медицинской помощи и в этот момент команда медицинских специалистов должна работать как отлаженный механизм. Организация этих аспектов медицинской деятельности не прописана в нормативных документах и полностью зависит от локального управления: разработки стандартных операционных процедур, регламентов, инструкций, положений, алгоритмов, чек-листов и иных документов, позволяющих унифицировать все процессы проведения транспортной ЭКМО на каждом этапе. Кроме того, помимо процессов, технология проведения транспортной ЭКМО содержит большое количество более мелких, рутинных манипуляций, которые так же не отражены в нормативных документах, но выполняются врачами, средним, младшим и техническим персоналом, что в конечном итоге и обеспечивают качество и безопасность медицинской деятельности.

В Практических рекомендациях представлен перечень направлений внутреннего контроля качества, применимый и для реализации системы менеджмента качества при организации и проведении транспортной ЭКМО:

1. Организация внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности.
2. Управление персоналом. Медицинские кадры. компетентность и компетенции.
3. Идентификация личности пациента.
4. Эпидемиологическая безопасность, профилактика инфекций.
5. Лекарственная безопасность. Фармаконадзор.

6. Контроль качества и безопасности медицинской деятельности при обращении медицинских изделий.

7. Критерии контроля качества и безопасности медицинской деятельности при проведении медицинской эвакуации.

8. Организация работы оперативно- диспетчерского отдела и эффективной коммуникации участников взаимодействия.

9. Обеспечение безопасности медицинских работников и пациентов при оказании скорой медицинской помощи.

10. Транспортное обеспечение работы.

11. Безопасность среды в медицинской организации.

12. Организация выездных форм работ на основании данных доказательной медицины.

Помимо направлений для контроля качества Практические рекомендации содержат разработанные показатели, являющиеся одновременно целевыми ориентирами для организации и оценки качества проведения выездных форм работ в режиме повседневной деятельности, повышенной готовности и ЧС [42, 43]. Организация контроля качества и безопасности медицинской деятельности при проведении транспортной ЭКМО требует комплексного научного подхода, в том числе изучения управления процессами, включающими организационную составляющую, обеспеченность медикаментами, кадрами, транспортом, соблюдение техники безопасности медицинскими работниками (защита себя и пациента от различных поражающих факторов); выполнение ряда условий, в том числе проведение лечебно-диагностических мероприятий на основе стандартов и клинических рекомендаций и пр. Данный подход позволяет выявлять, профилактировать и минимизировать риски и «узкие» места, своевременно проводить корректирующие мероприятия [42, 43].

6. Повышение квалификации медицинского персонала по вопросам теории и практики применения транспортной ЭКМО

Ситуации для персонала, сопряженные с необходимостью оказания помощи самой тяжелой категории пострадавших в ЧС и тяжелообольным, возникают не каждый день и даже при наличии ранее полученных навыков и знаний, могут стать существенным стрессом для персонала. Кроме того, постоянный прогресс в области медицинских знаний и технологий требует от персонала непрерывного медицинского образования и повышения профессиональной квалификации.

Обучение команды специалистов из клиник, которые только начинают освоение технологии ЭКМО невозможно без применения симуляционных технологий на базе крупных многопрофильных центров ЭКМО терапии, которые помимо технологий преподавания сложного раздела медицины должны обладать рутинным опытом практического применения передовых медицинских технологий, к которым, несомненно, относится ЭКМО и транспортная ЭКМО в частности. Помимо получения новых знаний, отработка практических навыков на манекенах с реалистичными сценариями самых сложных диагнозов и возможных осложнений, позволяет команде специалистов лучше оценить свои компетенции в начале и в конце обучения. Высокий уровень теоретических и практических знаний требует от обучающего центра создания профессионального коллектива преподавателей и постоянного обновления программы в соответствии с передовым международным опытом в этой области.

В 2014 году появились международные рекомендации от организации экстракорпоральной поддержки жизни ELSO [44], в которых есть указания на то, что сотрудники центра ЭКМО, имеющие опыт менее 20 случаев в год или перерыв которых в работе с технологией ЭКМО составил более трех месяцев, в обязательном порядке должны проходить повышение квалификации в симуляционном центре. Каждый центр ЭКМО в соответствии с

международными рекомендациями должен обладать программой повышения квалификации для своего персонала.

ЭКМО с 2018 года входит в список обязательных знаний и компетенций в соответствии с принятием профессионального стандарта по специальности «анестезиолог-реаниматолог» (Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 554Н «Об утверждении профессионального стандарта врач «анестезиолог-реаниматолог» от 27.08.2018).

6.1. Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Технология ЭКМО на догоспитальном и стационарном этапах»

ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никитина МЧС России и межрегиональная общественная организация специалистов по экстракорпоральной мембранной оксигенации (РосЭКМО) совместно для обучения медицинского персонала Министерства здравоохранения Российской Федерации разработали и реализовали дополнительную профессиональную программу повышения квалификации «Технология экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) на догоспитальном и стационарном этапах», предназначенную для врачей анестезиологов-реаниматологов, врачей скорой помощи, врачей кардиологов, врачей пульмонологов, врачей хирургов (кардио, сосудистых и торакальных отделений), в том числе врачебного состава авиамедицинских бригад. В рамках программы повышения квалификации разработан стандарт преподавания технологии ЭКМО как высокотехнологичной медицинской помощи, в том числе применяющейся на этапе СМП во время МЭ. Срок обучения 6 дней (36 часов), очно-заочная форма с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Целью реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации является – получение специалистами (врачами) новых профессиональных компетенций, в отношении дополнительного вида профессиональной деятельности, сопряженной с технологией ЭКМО.

Характеристиками профессиональных компетенций, подлежащих совершенствованию, и (или) перечень новых компетенций, формирующихся в результате освоения программы являются:

- способность и готовность использовать терминологию и документацию, регламентирующую работу с технологией ЭКМО;
- способность и готовность изучать медицинскую информацию, отечественный и зарубежный опыт по технологии ЭКМО;
- способность и готовность участвовать в освоении технологии ЭКМО в чрезвычайных ситуациях и внедрению полученных результатов в практическую деятельность;
- способность и готовность применять полученные знания;
- способность и готовность к формированию системного подхода к анализу информации об особенностях технологии ЭКМО, в т.ч. целесообразности ее применения в чрезвычайных ситуациях на основе полученных знаний и умений;
- способность и готовность использовать технологию ЭКМО для медицинской эвакуации и межгоспитальной транспортировки пациентов, в т.ч. с применением разных типов транспорта и предназначенного для выполнения задачи медицинского оборудования.

Обучаемый должен знать:

- показания и противопоказания для применения технологии ЭКМО;
- основы технологии, историю ее развития, роли и месте технологии ЭКМО в клинической практике многопрофильного стационара и скорой помощи;
- о мировых и отечественных тенденциях и технологиях, сопряженных с искусственным протезированием газообменной функции легких и насосной функции сердца;
- об организации применения технологии ЭКМО на практике в условиях многопрофильного стационара, медицинской эвакуации и межгоспитальной транспортировки;

- о составе специализированных бригад, предъявляемым к ним требованиям, их оснащении и подготовке для применения технологии ЭКМО;
- об организации, особенностях, правилах межведомственного взаимодействия со специалистами учреждений здравоохранения;
- об организации рабочего места специализированной медицинской бригады при эвакуации или межгоспитальной транспортировке с применением разных типов транспорта, в т.ч. на борту самолета (вертолета).

Обучаемый должен уметь:

- подготавливать к работе необходимое медицинское оборудование;
- осуществлять заполнение контура аппарата ЭКМО;
- выполнять оценку рисков подключения пациента к аппарату ЭКМО и возможности последующего применения технологии;
- работать с ультразвуковым оборудованием и выполнять протокол быстрого ультразвукового обследования пациента на предмет исключения жизнеугрожающих состояний, а также оценки эффективности применения технологии ЭКМО;
- использовать специальное оборудование для медицинской эвакуации и межгоспитальной транспортировки в условиях ЭКМО (Приложение 2.4, 2.10);
- проводить экстракорпоральную сердечно-легочную реанимацию интенсивную терапию, в т.ч. при проведении медицинской эвакуации или межгоспитальной транспортировки (для врачей анестезиологов-реаниматологов, врачей скорой помощи);
- организовать межведомственное взаимодействие со специалистами учреждений здравоохранения при проведении медицинской эвакуации или межгоспитальной транспортировки;
- вести отчетную документацию, сопряженную с применением технологии ЭКМО (Приложение 2.1-2.3, 2.5-2.8).

Разделы дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Технология экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) на догоспитальном и стационарном этапах».

Раздел 1. Входной контроль (0,5 часов). Представляет собой дистанционное, через интернет, на базе электронного образовательного ресурса (ЭОР) ФГБУ ВЦЭРМ им А.М. Никифорова МЧС России (www.idpo.nrcserm.ru), компьютерное тестирование для определения исходного уровня знаний обучающихся. Этот раздел очень важен для последующего сравнения по итоговой аттестации полученных знаний и навыков, а также построения «кривой» обучаемости.

Раздел 2. Теоретические основы физиологии сердечно-сосудистой системы (5 часов). Содержит теоретические основы, определения, доминантные цели системы кровообращения. Взаимосвязь физиологии и анатомии сердечно-сосудистой системы с процессами доставки и потребления кислорода в организме. Закон Фика. Современный мониторинг и его практическая значимость в оценке физиологии сердечно-сосудистой системы: термоделиюция, реография, околоинфракрасная оксиметрия. Особенности применения мониторинга в условиях ЭКМО поддержки у пострадавших в ЧС и тяжелообольных с дыхательной и(или) циркуляторной недостаточностью.

Раздел 3. Теоретические основы, современные представления о респираторной терапии, респираторный дистресс синдром (10 часов). Содержит теоретические основы физиологии дыхательной системы, современные представления о сопряженном с ней мониторинге и его практической значимости, включая: спирометрию, транспульмональную термоделиюцию, динамическую импедансометрию, околоинфракрасную оксиметрию. Современные представления о респираторной терапии. Режимы искусственной вентиляции легких, целесообразности и применимости стратегий «открытые легкие» и «протективная вентиляция» в условиях ЭКМО. Влияние режимов вентиляции на сердечно-сосудистую систему. Высокопоточная инфуляция газо-воздушной смеси. Понятия: рекрутмент, рекрутабельность, комплаенс, индекс внесосудистой жидкости в лёгких, индекс капиллярной проницаемости, а также их влияние на пато- и саногенез. Респираторный дистресс синдром: определение, физиология, патогенез и клинические представления. Оценка

тяжести РДС с помощью шкалы Mugaу, индекса оксигенации, респираторного отношения. Отработка практических навыков на электронно-механической модели проведения рекрутмента и оценка его эффективности.

Раздел 4. Искусственное кровообращение (5 часов). Содержит основы искусственного кровообращения. История вопроса. Развитие физиологии искусственного кровообращения и механических устройств ее обеспечивающих. Применение ИК при операциях на сердце, сосудах и легких в сердечно-сосудистой и торакальной хирургии. Периперфузионная защита жизненно важных органов (миокарда, головного мозга, почек, печени, легких, кишечника). Принцип модульности в аппарате ИК. Центрифужные и роликовые типы насосов аппарата ИК. Сборка контура аппарата ИК. Оценка правильности собранного контура по чек-листу. Мини-инвазивный контур аппарата ИК «МЕСС». Моделирование клинических ситуаций развития: недостаточного притока заборной магистрали, экстренной замены оксигенатора, воздушной эмболии, синдрома «Арлекина».

Раздел 5. Ультразвуковые исследования при проведении ЭКМО (4 часа). Физика ультразвука. Отработка навыков навигации сосудистого доступа при канюляции. ЭХО-кардиография, оценка волемической преднагрузки, контрактильности, позиционирование канюль, признаки формирующегося тромбоза камер сердца. Протокол быстрой оценки ургентных состояний с помощью УЗИ, RUSH⁴² и FAST⁴³ протоколы (Приложение 2.9).

Раздел 6. Экстракорпоральная мембранная оксигенация (10 часов). Определение технологии ЭКМО, история развития метода. Классификации схем применения технологии ЭКМО. Показания и противопоказания на основе международных рекомендаций ELSO. Виды канюль для ЭКМО. Практические советы по постановке канюль и их удалению. Пункционная и хирургическая техника канюляции. Особенности канюляции у детей и взрослых. ЭКМО при дыхательной недостаточности. Особенности применения ЭКМО при

⁴² RUSH – Rapid Ultrasound in SHock

⁴³ FAST – Focused Assessment by Sonography for Trauma

пневмонии, ХОБЛ и ТЭЛА. Особенности применения ЭКМО при травме, осложненной развитием дыхательной и(или) циркуляторной недостаточности. Особенности применения ЭКМО у пострадавших в ЧС и тяжелобольных с ожоговой болезнью и термоингаляционной травмой. Врожденные пороки развития, приводящие к опасной для жизни дыхательной недостаточности (врожденная диафрагмальная грыжа, гастрошизис). ЭКМО при сердечной недостаточности. Показания и противопоказания к применению ЭКМО у пострадавших в ЧС и тяжелобольных с циркуляторной недостаточностью. Выбор оптимальной схемы подключения ЭКМО у пациентов с циркуляторной недостаточностью. Особенности ЭКМО у пациентов с изолированной правожелудочковой недостаточностью сердца. Оценка контрактильности камер сердца и подбор оптимальных скоростных характеристик производительности аппарата ЭКМО. Интеграция в контур ВА-ЭКМО декомпрессора камер сердца. ЭКМО технология в условиях скорой помощи. Отработка практических навыков эвакуации пациента на ЭКМО. Особенности авиамедицинской эвакуации пациентов в условиях ЭКМО, в том числе с применением вертолетных и самолетных транспортных медицинских модулей. Установка контура ЭКМО, работа с аппаратом ЭКМО в транспортном исполнении. Возможности портативных лабораторных комплексов для оценки: газов крови, электролитов, КОС, биохимических маркеров и коагулограммы (Приложение 2.4). Экстракорпоральная гемосорбция в условиях транспортного ЭКМО.

Раздел 7. Решение клинических задач (0,5 часов). Раздел помогает и адаптирует обучающихся к применению полученных знаний на практике в реальных клинических ситуациях у пострадавших в ЧС и тяжелобольных с жизнеугрожающими сценариями дыхательной и(или) циркуляторной недостаточности, требующей по показаниям применения технологии ЭКМО.

Раздел 8. Экзамен (1 час). Представляет собой аттестационный экзамен, состоящий из двух частей: оценки полученных знаний посредством компьютерного тестирования и оценки практических навыков, сопряженных с решением задачи непосредственно на манекенах. Итоговая аттестация в рамках

повышения квалификации полученных знаний и навыков позволяет оценить «кривую» обучаемости и уровень компетенции применения технологии ЭКМО, в том числе при выполнении медицинской эвакуации пострадавших в ЧС и тяжелобольных.

Материально-техническое обеспечение. На современном уровне подача материала в рамках разработанной дополнительной профессиональной программы повышения квалификации предполагает помимо оснащенной современными мультимедийными технологиями аудитории и симуляционного класса (компьютеры, цифровые проекторы, экраны, интерактивные доски, видео-камеры, аудио-микрофоны), также возможности применения дистанционного (посредством интернета, в том числе мобильного) подключения в режиме двухсторонней связи и реального времени (on-line) преподавателей в составе команды лекторов, имеющих, в том числе возможности демонстрации практических навыков непосредственно из палат реанимации, операционных или в ходе выездных сценариев скорой медицинской помощи с площадок заявленных в программе обучения региональных центров ЭКМО терапии в разных городах Российской Федерации. Этот момент крайне важен, по причине значительно больших возможностей, совместного в рамках коллаборации, демонстрации реальных клинических случаев применения ЭКМО технологии в режиме реального времени и диалога с аудиторией обучающихся. Кроме того, режим работы с инфекционными пациентами в так называемых «красных зонах» диктует эпидемиологические требования к ограничению возможного физического присутствия обучающихся в палате реанимации, операционной или во время выезда бригады СМП.

Обязательными компонентами материально-технического обеспечения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации по технологии ЭКМО должны быть: реалистичные манекены для отработки навыков канюляции и подключения контура ЭКМО (рис. 32), разные аппараты ЭКМО с контуром первичного заполнения (рис. 33-35), применяемые во

взрослой и детской практике, в т.ч. во время медицинской эвакуации, аппараты УЗИ (рис. 36), фантомы для отработки навыков УЗИ навигации (имитация сосудов) (рис. 37-40), фантомы легких для отработки навыков проведения ИВЛ и рекрутмента (рис. 41), аппараты для проведения современной респираторной терапии, включая ИВЛ и НИВЛ с пропорционально-адаптивными режимами поддержки, высокопоточную оксигенотерапию, манипуляционный инструментарий и расходный материал, машина скорой помощи (класс С, дополнительно оснащенная для проведения технологии ЭКМО) (рис. 42), а также ММВ и ММС (рис. 43). Подробный перечень, рекомендуемого материально-технического оснащения, включая медицинское оборудование, инструментарий и расходные материалы для учебно-методического комплекса представлен в приложениях 2.4, 2.11.

Особенностью этих манекенов является появившаяся возможность отработки на них навыков многократной канюляции, что обеспечивается высокой ремонтпригодностью в минимальные сроки (до 15 мин) посредством быстросъемных соединений по типу «quick lock», выполненных из силиконовых трубок, имитирующих сосуды и предназначенных непосредственно для выполнения канюляции, в том числе с возможностью применения УЗИ навигации. Кроме того, реалистичные манекены позволяют моделировать разные клинические ситуационные задачи, например развитие синдрома «Арлекино», тромбоз оксигенатора, воздушная эмболия контура, медицинская эвакуация, замена контура ЭКМО, режим остановки ЭКМО «stand by» с рециркуляцией контура и другие.



Рисунок 32. Реалистичный манекен для отработки навыков канюляции и подключения ЭКМО. ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никитина МЧС России, МОО «РосЭКМО», 2017 г.



Рисунок 33. Аппарат ЭКМО «CardioHelp» Getinge, Германия



Рисунок 34. Аппарат ЭКМО «Rotoflow» Getinge, Германия



Рисунок 35. Аппарат ЭКМО «Deltastream» Medos, Германия



Рисунок 36. Портативный аппарат УЗИ, сертифицированный для работы в условиях санитарной авиации, «SonoSite M-TURBO», SonoSite, США

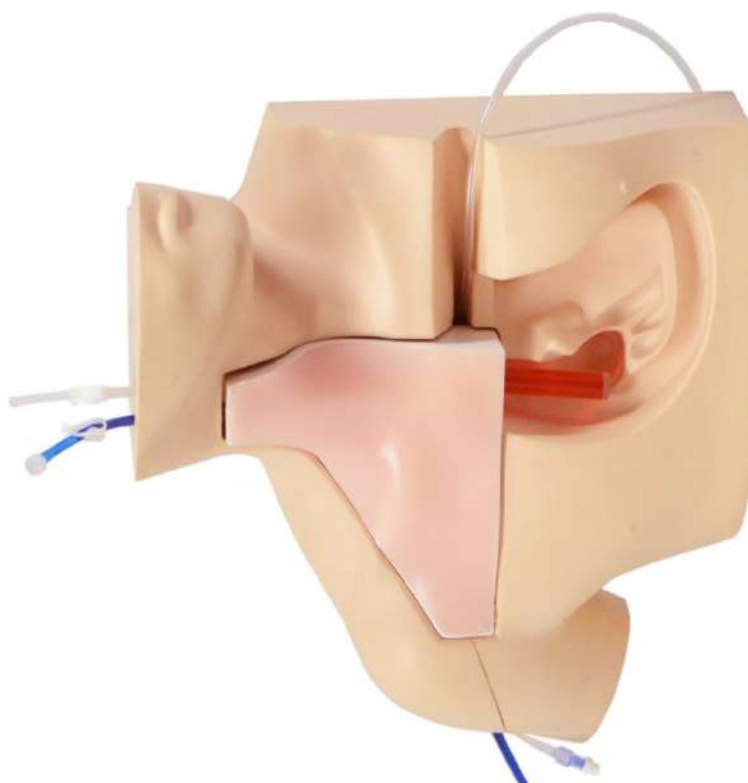


Рисунок 37. Манекен для отработки навыков УЗИ пункции сосудов на шее Гэотар-Мед, Россия



Рисунок 38. Манекен для отработки навыков УЗИ пункции сосудов на шее Гэотар-Мед, Россия



Рисунок 39. Манекен для отработки навыков УЗИ пункции сосудов на шее
Virtumed, Россия

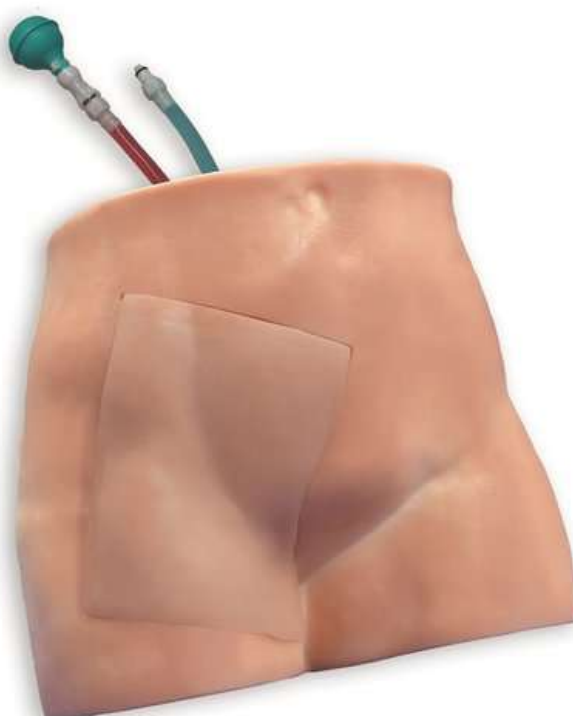


Рисунок 40. Манекен для отработки навыков УЗИ пункции сосудов на бедре
Virtumed, Россия

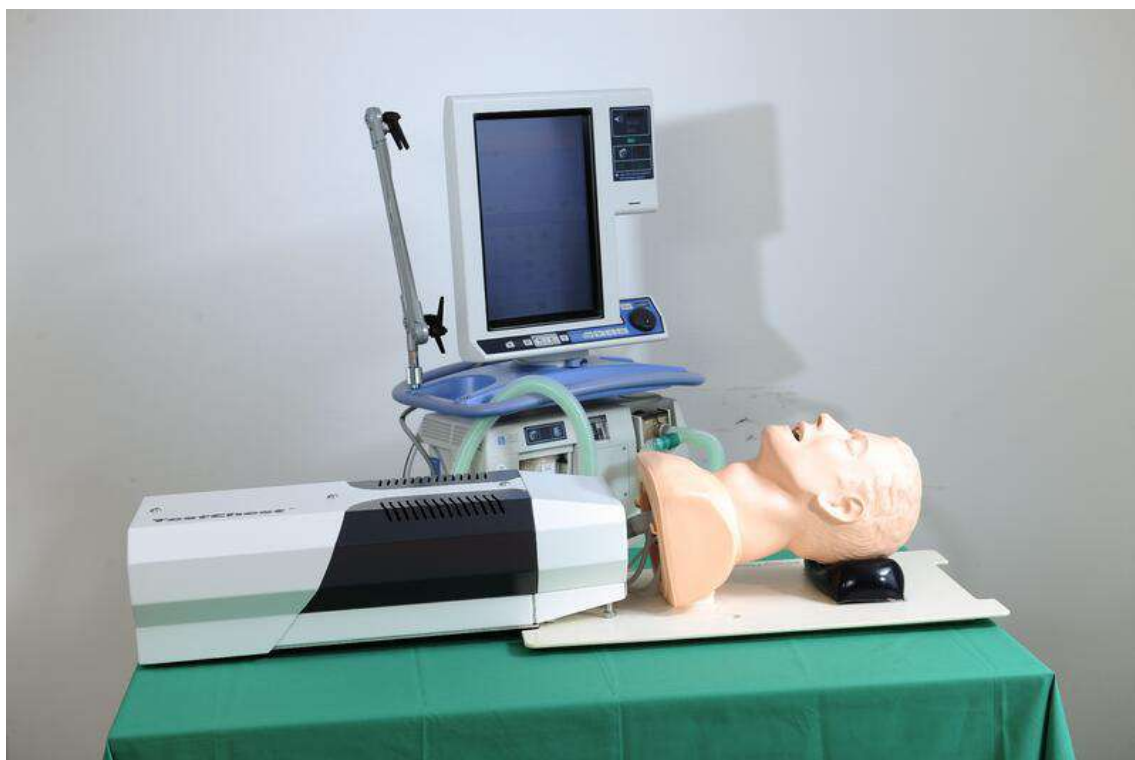


Рисунок 41. Тренажер для респираторной терапии
«TestChest» Organix GmbH, Швейцария



Рисунок 42. Машина класса С оборудованная транспортной ЭКМО,
ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никитина МЧС России, 2014 г.

Электронный учебно-методический комплекс (далее – ЭУМК) для дистанционной реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Технология экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) на догоспитальном и стационарном этапах» был разработан и успешно внедрен с целью возможности проведения тестовой оценки знаний в начале и конце обучения, возможности повышения уровня

сложности и усвоения материала очной части при сокращении фактического времени ее проведения, уменьшения финансовых затрат для всей системы здравоохранения на повышение квалификации медицинских сотрудников. ЭУМК размещен в системе дистанционного обучения ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России (далее – СДО) в сети Интернет по адресу <http://idpo.nrcerm.ru>, титульный лист ЭУМК представлен на рис. 43, состав ЭУМК – на рис. 44.



Рисунок 43. Титульный лист и состав ЭУМК

Структура ЭУМК включает в себя следующие элементы, представленные в виде файловой структуры формата HTML-5:

1. Титульный лист (рис. 43).
2. Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации (рис. 45).
3. Календарный учебный график (рис. 46).
4. Курс лекций (рис. 47).
5. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы слушателей (рис. 48).
6. Самоучитель для подготовки к итоговой аттестации (рис. 49).
7. Оценочные материалы (рис. 50).

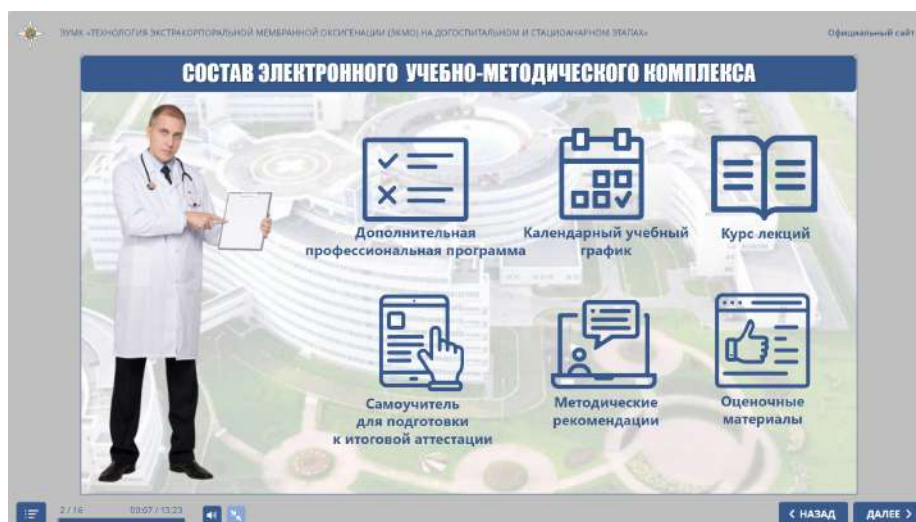


Рисунок 44. Состав ЭУМК



Рисунок 45. Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации



Рисунок 46. Календарный учебный график



Рисунок 47. Курс лекций

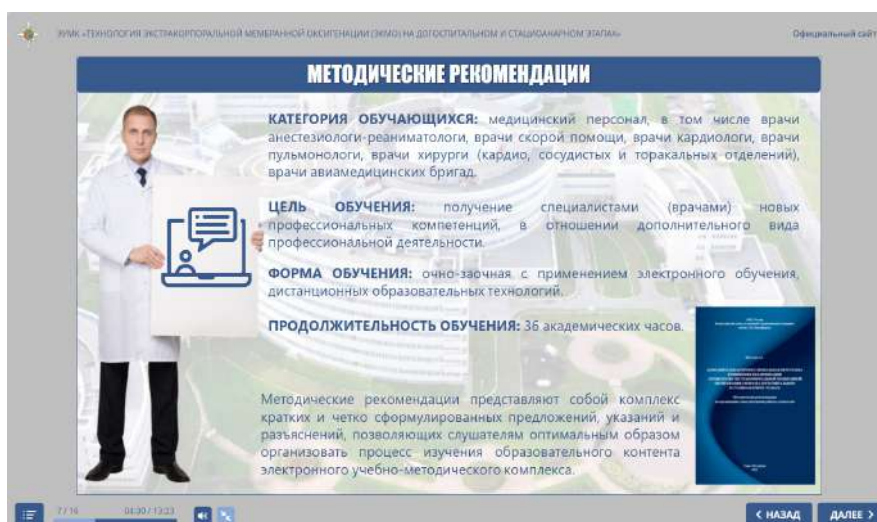


Рисунок 48. Методические рекомендации

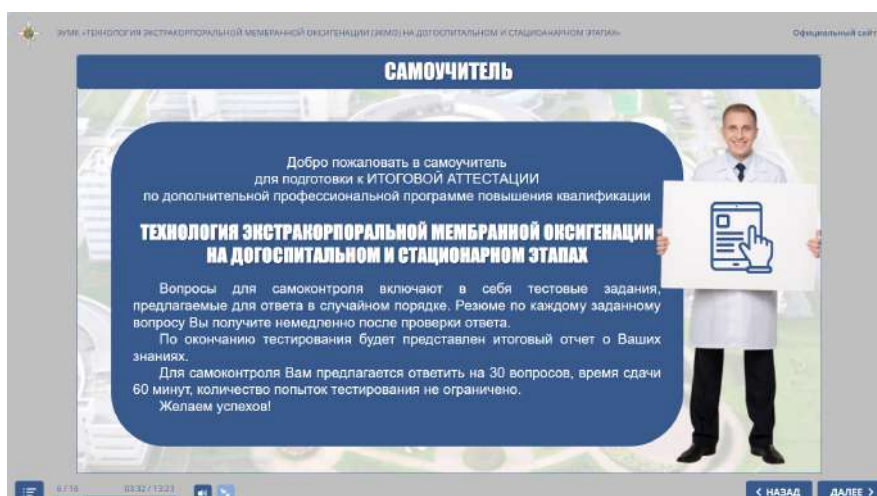


Рисунок 49. Самоучитель



Рисунок 50. Оценочные материалы

Все элементы ЭУМК разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55751-2013 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании, электронные учебно-методические комплексы. Требования и характеристики» с учетом современных тенденций в области модернизации российского образования, лучших отечественных и мировых практик, требований основополагающих международных и национальных стандартов в области информационно-коммуникационных технологий, информационного обмена и эргономики.

Доступ слушателя к образовательному контенту ЭУМК осуществляется по персональному логину и паролю в удобное для него время и в устраивающем его месте.

Изучение модулей ЭУМК проходит в соответствии с календарным учебным графиком, определяющим последовательность освоения учебного материала, формы и сроки отчетности. Применяется последовательный алгоритм организации образовательного процесса, при котором модули электронного ЭУМК предоставляются слушателям последовательно – страница за страницей, ранее пройденные модули доступны для изучения в произвольном порядке. Входной (предварительный) контроль знаний необходим для выявления базисных знаний и умений слушателей, т.е. исходного уровня их подготовки. Текущий или промежуточный контроль

знаний направлены на коррекцию обучения, т.к. устанавливает обратную связь, информирующую преподавателя о ходе процесса усвоения материала. Итоговая аттестация осуществляется при завершении цикла обучения и состоит из определения степени усвоения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации и полученных компетенций.

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению модулей ЭУМК дополнительной профессиональной программы повышения квалификации и успешного прохождения промежуточных и итоговых контрольных испытаний слушателю рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

- самостоятельно определить объем времени, необходимого для проработки каждого модуля ЭУМК дополнительной профессиональной программы повышения квалификации;
- регулярно изучать каждый модуль ЭУМК дополнительной профессиональной программы повышения квалификации, используя различные формы самостоятельной работы;
- по завершению самостоятельной работы с модулями ЭУМК дополнительной профессиональной программы повышения квалификации обязательно пройти предлагаемую форму контроля.

Наработанный практический опыт преподавания технологии ЭКМО в ведущих научно-образовательных и лечебных учреждениях страны, создает предпосылки и делает возможным в обозримой перспективе разработку и внедрения стандарта преподавания технологии ЭКМО, как высокотехнологичной медицинской помощи, в том числе применяющейся на этапе СМП во время МЭ для вновь открывающихся центров и тех, медицинские работники, которых проходят обучение повторно в рамках повышение профессиональной квалификации.

Заключение

От момента первого сообщения о случае применения ЭКМО во время транспортировки в США прошло уже более 40 лет, в Российской Федерации этот опыт появился значительно позже (2015 год), однако в общемировом масштабе применение этой технологии все еще не стало рутинной практикой. Транспортное ЭКМО остается достаточно сложным видом специализированной скорой медицинской помощи, успех которой определяется подготовленностью команды, ее оснащенностью, правильной оценкой предстоящих рисков и целесообразности выполнения межгоспитальной медицинской эвакуации относительно прогноза выживаемости пациента или пострадавшего, в том числе с применением ЭКМО. Настоящие методические рекомендации разработаны на основе анализа результатов лучших мировых практик и собственного опыта осуществления медицинской эвакуации в режиме ЧС и повседневной деятельности с применением ЭКМО. Методические рекомендации включают описание технологии проведения транспортного ЭКМО, включая ее назначение, виды, область применения, критерии отбора пациентов, особенности их подготовки к выполнению медицинской эвакуации, а также практические и организационные аспекты ее применения.

В рекомендациях описана технология проведения транспортного варианта экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО), включая ее назначение, виды, область применения, критерии отбора пациентов, особенности их подготовки к выполнению медицинской эвакуации в условиях ЭКМО, а также практические и организационные аспекты ее применения.

В ходе выполнения специалистами ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России НИР шифр «ЭКМО» было разработано, представлено заказчику, одобрено, а затем опубликовано руководство «Медицинская эвакуация пострадавших в чрезвычайных ситуациях и тяжелобольных с проведением экстракорпоральной мембранной оксигенации: принципы, технологии, организационно-методическое обеспечение, в том числе с учетом

неудовлетворительной санитарно-эпидемиологической обстановки в отношении пациентов с особо опасными инфекциями» [45].

Указанное руководство было рассмотрено 16.03.2023 года на заседании профильной комиссии по медицине катастроф Минздрава России, одобрено и рекомендовано к утверждению и практическому применению в форме методических рекомендаций. Указанные рекомендации профильная комиссия по медицине катастроф рекомендовала дополнить разделами по организации внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности при применении методики транспортной ЭКМО, а также программой повышения квалификации медицинского персонала по теории и практике применения транспортного ЭКМО. Это было выполнено коллективом авторов с привлечением ведущих специалистов по скорой медицинской помощи и медицине катастроф ФМБА России и Департамента здравоохранения г.Москва.

Методические рекомендации предназначены для медицинского персонала, участвующего в оказании скорой специализированной медицинской помощи и медицинской эвакуации пострадавших в ЧС и тяжелобольных, в том числе санитарной авиацией. Оно также может быть использовано при повышении квалификации медицинского персонала (врачей скорой медицинской помощи, анестезиологов-реаниматологов, а также врачей-специалистов других специальностей, привлекаемых для участия в авиамедицинской эвакуации).

В приложении 1 приведены рекомендации по особенностям санитарно-авиационной эвакуации вертолетом в мегаполисе. Они обобщают материалы исследований С.А. Гуменюка, представленные в его докторской диссертации [46], а также сотрудников ГБУЗ «Московский территориальный научно-практический центр медицины катастроф Департамента здравоохранения г.Москвы». В приложении 2 (2.1-2.10) приведены формы рекомендованных документов по медицинской эвакуации, перечень оборудования, инструментов, расходных материалов, медикаментов, транспортных контейнеров для выполнения медицинской эвакуации, в т.ч. авиамедицинской в условиях ЭКМО.

Список литературы

1. Шелухин, Д. А. Экстракорпоральная мембранная оксигенация у пациентов с тяжелой дыхательной недостаточностью и первый опыт ее применения во время авиационной медицинской эвакуации в России / Д. А. Шелухин, А. И. Павлов, А. Л. Ершов // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2015. – № 3, – С. 24–34.
2. Применение экстракорпоральной мембранной оксигенации у новорожденных с рефрактерной гипоксемией во время медицинской эвакуации / А. В. Яковлев, Е. В. Тризна, А. В. Нохрин [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2022. – № 67(3). – С. 92-99.
3. Баранова, Н. Н. Современное состояние проблемы организации и проведения медицинской эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях / Н. Н. Баранова, С. Ф. Гончаров // Медицина катастроф. – 2020. – № 4(112). – С. 57–65. – DOI 10.33266/2070-1004-2020-4-57-65.
4. Экстракорпоральная мембранная оксигенация в педиатрии и неонатологии / О. С. Мальцева, Д. А. Шелухин, К. В. Пшениснов [и др.] // Медицина: Теория и Практика. – 2018. – Т. 3, № 4. – С. 108–114.
5. Шелухин, Д. А. Российский опыт транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации / Д. А. Шелухин, А. В. Карпов, М. В. Кецкало, К. К. Губарев // Журнал им. Н. В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. – 2020. – № 9(4). – С. 521–528.
6. Extracorporeal membrane oxygenator support for cardiopulmonary failure. Experience in 28 cases / R. H. Bartlett, A. B. S. W. Gazzaniga [et all.] // J. Thorac Cardiovasc Surg. – 1977. Vol. 73. – P. 375–386.
7. Makdisi, G. Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) review of a lifesaving technology / G. Makdisi, I. Wang // Thorac. Dis. –2015. – N7. P. 166–176.
8. Ali, J. Extracorporeal membrane oxygenation: indications, technique and contemporary outcomes Heart / J. Ali, A. Vuylsteke. – 2019. Vol.105. – P. 1437–1443.

9. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO): международное общество экстракорпоральной поддержки жизни. – USA. 2023 – URL: https://www.else.org/Portals/0/ELSO%20Guidelines%20General%20All%20ECLS%20Version%201_4.pdf (дата обращения 02.08.2023).

10. Eurotransplant: европейское общество трансплантологов. – Leiden. Netherlands. 2022 – URL: <https://www.eurotransplant.org/allocation/eurotransplant-manual/> (дата обращения 30.11.2022).

11. Аврелькина, Е. В. Патоморфологические особенности врожденной диафрагмальной грыжи и ассоциированных с ней пороков развития легких у плодов и новорожденных : специальность 14.03.02 – «Ядерная физика и технологии» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Аврелькина Е. В. : ГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» МР ; Саратов, 2015. – 191 с. : С. 33.

12. Врожденные дефекты брюшной стенки / Ю. А. Козлов, В. А. Новожилов, К. А. Ковальков [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2016. № 5. – С. 74–81.

13. Zonies, D. ECLS in Trauma: Practical Application and a Review of Current Status / D. Zonies // World J Surg. May, 2017. – Vol. 41(5). – P. 1159–1164. – DOI 10.1007/s00268-016-3586-y.

14. Dynamics of acute respiratory distress syndrome development due to smoke inhalation injury: Implications for prolonged field care / A. I. Batchinsky, R. Wyckoff, J. H. Choi [et all.] // J Trauma Acute Care Surg. Jul, 2019. – Vol. 87(1S Suppl 1). – P. 91–100.

15. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения РФ от 02.10.2015 № 15-4/10/2-5802 «Организация медицинской эвакуации беременных женщин, рожениц и родильниц при неотложных состояниях» (утв. Российским обществом акушеров-гинекологов).

16. Jan, M. Past and Present ARDS Mortality Rates: A Systematic Review / M. Jan , J. Ondřej, H. Michal [et all.] // Respiratory Care Jan, – 2017, Vol. 62(1). – P. 113–122.

17. Yamamoto, T. Management of patients with high-risk pulmonary embolism: a narrative review. / J Intensive Care. Mar, 2018. – Vol. 2. – P. 6–16.
18. Aziz, K. American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care / K. Aziz, H. C. Lee, M. B. Escobedo [et al.] // Pediatrics. – 2020. – P. 20–35.
19. Wild K., Rintoul N., Kattan J., Gray B. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO): Guidelines for Neonatal Respiratory Failure. ASAIO Journal: May 2020 – Vol. 66 - Issue 5. P.463-470 – DOI 10.1097/MAT.0000000000001153.
20. Richardson, A. C. Extra-corporeal Cardiopulmonary Resuscitation in Adults. Interim Guideline Consensus Statement From the Extracorporeal Life Support Organization / A. C. Richardson, J. E. Tonna, V. Nanjaya [et al.] // ASAIO Journal: Mar, 2021. – Vol. 67, N 3. – P. 221–228.
21. Wilson J. Managing Harlequin Syndrome in VA-ECMO – do not forget the right ventricle / Wilson J., Fisher R., Caetano F. [et al.] // Perfusion. Jul, 2022. – Vol. 37(5). – P. 526–529. – DOI 10.1177/02676591211020895.
22. Al Hanshi, S. A case study of Harlequin syndrome in VA-ECMO / S. Al Hanshi, F. Al Othmani // Qatar Med J. Feb, 2017. 39 p. – DOI 10.5339/qmj.2017.
23. Simple and controlled method to avoid hyperperfusion of the right arm following axillary artery cannulation for extracorporeal membrane oxygenator support / N. Papadopoulos, Ael-S. Ahmad, S. Marinos [et al.] // Thorac Cardiovasc Surg. Oct, 2013. – Vol. 61(7). – P. 581–593. – DOI 10.1055/s-0032-1327763.
24. A Novel Technique of Subclavian Artery Cannulation for Venoarterial Extra-corporeal Membrane Oxygenation / U. Kervan, S. S. Kocabeyoglu, D. E. Sert [et al.] // Exp. Clin. Transplant. – Dec, 2017. – Vol. 15(6). – P. 658–663.
25. Malfertheiner, M. Hemostatic Change During Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Prospective Randomized Clinical Trial Comparing Three Different Extracorporeal Membrane Oxygenation Systems / M. Malfertheiner, A. Philipp, M. Lubnow [et al.] // Crit. Care Med. – 2016. Vol. 5. – P. 4–18.
26. Brogan, T. The ELSO Red Book, 5th ed. ELSO eds, Ann Arbor, MI, ELSO / T. Brogan, L. Lequier, R. Lorusso, G. MacLaren, G. Peek. – 2017. – 346 p.

27. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO): международное общество экстракорпоральной поддержки жизни. – USA. 2022 – URL: <https://www.elso.org/savescore/index.html> (дата обращения 01.12.2022).
28. Badulak, J. ELSO COVID-19 Working Group Members. Extracorporeal Membrane Oxygenation for COVID-19: Updated 2021 Guidelines from the Extracorporeal Life Support Organization. / J. Badulak, M. V. Antonini, C. M. Stead [et al.] // ASAIO J. May, 2021. – Vol. 67(5). – P. 485–495.
29. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO): международное общество экстракорпоральной поддержки жизни. – USA. 2022 – URL: <https://www.elso.org/portals/0/igd/archive/filemanager/989d4d4d14cusersshyerdocumentselsoguidelinesforadultrespiratoryfailure1.3.pdf> (дата обращения 01.12.2022).
30. Predicting survival after extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory failure. The Respiratory Extracorporeal Membrane Oxygenation Survival Prediction (RESP) score / M. Schmidt, M. Bailey, J. Sheldrake [et al.] // Am J Respir Crit Care Med. Jun, 2014. – Vol. 189 (11). – P. 1374–1382.
31. Pérez-Padilla, R. Classifying acute respiratory distress syndrome severity: correcting the arterial oxygen partial pressure to fractional inspired oxygen at altitude / R. Pérez-Padilla, C. M. Hernández-Cárdenas, G. Lugo-Goytia // Rev Invest Clin. Jul-Aug, 2016. – Vol. 68(4). – P. 169–170.
32. Чурсин, В. В. Клиническая физиология кровообращения : метод. Материалы к практическим и семинарским занятиям / В. В. Чурсин. – 2011. – 44 с.
33. Шхвацабая, И. К. О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы / И. К. Шхвацабая, Е. Н. Константинов, И. А. Гундарев // Кардиология. – 1981. – № 3. – С. 10–14.
34. Министерство здравоохранения Российской Федерации: официальный сайт. М. URL: <https://minzdrav.gov.ru/documents/9170-prikaz-ministerstva-zdravooxraneniya-i-sotsialnogo-razvitiya-rossiyskoy-federatsii-ot-31-yanvarya-2012-g-69n-ob-utverzhdenii-poryadka-okazaniya-meditsinskoj-pomoschi-vzroslym-bolnym-pri-infektsionnyh-zabolevaniyah> (дата обращения: 23.06.2022).

35. МУ 3.1.3260-15. 3.1. Эпидемиология. Профилактика инфекционных болезней. Противоэпидемическое обеспечение населения в условиях чрезвычайных ситуаций, в том числе при формировании очагов опасных инфекционных заболеваний : методические указания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.03.2015).

36. Медицинская эвакуация пациентов с инфекционными заболеваниями, в том числе больных или лиц с подозрением на болезнь, вызванную возбудителями особо опасных инфекций : методические рекомендации / А. В. Акиншин, Н. Н. Баранова, С. А. Немаев [и др.]. М. : ФГБУ ВЦМК «Защита» ФМБА России, 2020. – 39 с.

37. Министерство здравоохранения Российской Федерации : [Электронный ресурс]. URL: <https://minzdrav.gov.ru/news/2022/08/18/19190-minzdrav-rossii-obnovil-vremennnye-metodicheskie-rekomendatsii-po-profilaktike-diagnostike-i-leche-niyu-covid-19> (дата обращения: 23.06.2022).

38. Обеспечение качества и безопасности медицинской деятельности в России. Современное состояние и перспективы / И. В. Иванов, О. Р. Швабский, А. А. Щеблыкина [и др.] // Менеджмент качества в медицине. – 2022. – № 2. – С. 12–46.

39. Шелухин, Д. А. Шкала оценки транспортабельности и вероятности летального исхода тяжелобольных и пострадавших в чрезвычайной ситуации / Д. А. Шелухин, С. С. Алексанин, В. Ю. Рыбников [и др.] // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2023. – № 1. – С. 78–86.

40. Учет нежелательных событий в организациях, оказывающих скорую медицинскую помощь. Анализ зарубежной медицинской литературы / М. А. Мешков, И. Б. Минулин, Н. Н. Баранова [и др.] // Менеджмент качества в медицине. – 2021. – № 3. – С. 10–19.

41. Приказ Минздрава России от 31.07.2020 № 785н «Об утверждении Требований к организации и проведению внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности».

42. Федер. служба по надзору в сфере здравоохранения. – М. – URL: http://www.nqi-russia.ru/upload/doc/Predlozhenija_po_skoroj_v_tom_chisle_skoroj_spetsializirovannoj_meditainskoj_pomoschi.pdf (дата обращения: 19.02.2018).

43. Баранова, Н. Н. Медицинская эвакуация пострадавших в чрезвычайных ситуациях : специальности 05.26.02 – «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» ; 14.02.03 – «Организация здравоохранения и общественное здоровье» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук : ФГБУ ФГНБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА, М., 2022. – 617 с.

44. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO): международное общество экстракорпоральной поддержки жизни: [Электронный ресурс]. – USA. 2022 – URL: <https://www.elseo.org/Portals/0/IGD/Archive/FileManager/faf3f6a3c7cusersshydocumentselsoguidelinesecmocentersv1.8.pdf> (дата обращения 02.12.2022).

45. Медицинская эвакуация пострадавших в чрезвычайных ситуациях и тяжелобольных с проведением экстракорпоральной мембранной оксигенации: принципы, технологии, организационно-методическое обеспечение, в том числе с учетом неудовлетворительной санитарно-эпидемиологической обстановки в отношении пациентов с особо опасными инфекциями : руководство / Д. А. Шелухин, С. С. Алексанин, В. Ю. Рыбников [и др.]. СПб. : ИПЦ «Измайловский». 2022. – 109 с.

46. Гуменюк, С. А. Концепция и организационно-методическое обеспечение санитарно-авиационной (вертолетной) эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях и тяжелобольных в условиях мегаполиса : специальность 3.2.6 – «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Гуменюк С. А. ; ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России: – СПб., 2022. – 312 с.

Особенности авиамедицинской эвакуации вертолетом в мегаполисе

Чрезвычайные ситуации (ЧС) в крупных городах крайне многообразны и непредсказуемы. По нашим данным в период с 2020 по 2022 годы, в структуре ЧС с пострадавшими на территории такого мегаполиса как г.Москва транспортные аварии встречались чаще всего (39,8%), ЧС биолого-социального характера с включением Covid-19 заняли второе (25,9%) и пожары 3-е место (14,3%). При этом подавляющее большинство пациентов (90,4%), подлежащих эвакуации, находились в крайне тяжелом и тяжелом состоянии, при этом можно отметить, что в основном это были люди с сочетанной и комбинированной травмой.

При медицинской эвакуации пациентов в стационар автомобильным транспортом, был определен ряд недостатков и ограничений, а именно: в мегаполисе имеются общие риски при транспортировке и невозможность в ряде случаев в принципе добраться до больного наземным транспортом, несмотря на развитую дорожно-транспортную инфраструктуру; неудовлетворительное время, затраченное на доставку больного в специализированный, профильный стационар; периодически возникающие случаи локализации пациентов мегаполиса на сверхдальних расстояниях от места прописки (регистрации).

При необходимости проведения реанимационных мероприятий на месте вызова врача риск смерти повышался, в среднем на 10,7% за каждые 10 минут ожидания врачебной бригады СМП. Нами также установлено, что бригадами СМП (машины класса А и В) осуществлялся повторный вызов реанимобиля на место локализации пациента в 4,8% случаев.

Это несет соответствующие риски для пациента, поэтому в ряде случаев прибытие бригады санитарного вертолета является максимально быстрым

решением в проблеме оказания адекватной реанимационной помощи ургентному больному.

В мегаполисе вполне очевидно, что длительность госпитализации пострадавшего в ЧС в профильное медицинское учреждение зачастую зависит не только от способностей водителя, действия медицинской бригады и возможностей автомобиля СМП, а и от дорожного трафика в мегаполисе, который существенно различается в разное время суток. Средние цифры загрузки автодорог в г. Москва, за последние 3 года, по нашим данным довольно характерны и устойчивы. При этом они практически не меняются ни в течение суток, ни по дням недели.

Вышеуказанные проблемы существуют практически в любом мегаполисе РФ и наличие возможности быстрой доставки пациента в профильное медицинское учреждение и оказание квалифицированной помощи на этапе госпитализации обосновывает применение санитарной авиации в принципе.

Опыт нашей многолетней работы и существующее состояние организации медицинской помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях в мегаполисе в принципе позволили нам сформулировать принципы и структурно-функциональную модель санитарно-авиационной эвакуации жителей мегаполиса, что отражено в таблице 1.1 и на рисунке 1.1.

Модель санитарно-авиационной эвакуации в мегаполисе должна строиться на 7 основных принципах: мониторинге ситуации с помощью автоматической информационно-аналитической системы обеспечения работы АМБ, обучении персонала в рамках ДПО, организации работы АМБ с межведомственным взаимодействием и разработкой алгоритмов, материально-техническом обеспечении авиа-медицинских бригад, преемственности и применении инновационных технологий.

Несмотря на то, что некоторые сторонники доказательной медицины не признают эффективность «золотого часа», все же это время прямо или косвенно существует. Мы понимаем, что без угроз для жизни тяжелые патологические состояния организма могут существовать всего в течение

первых 4-6 минут, пока критически расходуется запас биохимических веществ и компенсаторных механизмов в организме пациента.

Таблица 1.1. Принципы авиамедицинской эвакуации в мегаполисе

Принципы	Содержание
Постоянный мониторинг ситуации в мегаполисе (информационно-аналитическое обеспечение)	С помощью автоматизированного информационно-аналитического обеспечения работы АМБ должна выявляться нагрузка на бригады, оцениваться ситуация в мегаполисе в целом и возможность использования санитарных вертолетов легкого класса для авиамедицинской эвакуации пострадавших в ЧС и тяжелобольных жителей города вне ЧС.
Подготовка персонала для выполнения авиамедицинской эвакуации пострадавших в ЧС и тяжелобольных в мегаполисе	Для работы АМБ в мегаполисе целесообразно повышение квалификации медицинского персонала по специальностям – «травматология», «скорая помощь», «анестезиология и реаниматология» и «организация здравоохранения». Совместно с медицинским составом АМБ необходима подготовка сотрудников ДПС, водителей и персонала скорой помощи и персонала стационаров, где располагаются вертолетные площадки. Все участвующие в санитарно-авиационной эвакуации должны хорошо знать правила, принципы, сущность и последовательность проведения медицинской эвакуации для минимизации потерь на догоспитальном этапе.
Организация работы АМБ в мегаполисе.	Организация работы АМБ в мегаполисе должна основываться на внутри- и межведомственном взаимодействии, использовании алгоритмов авиамедицинской эвакуации, и необходимости круглосуточного использования вертолетов и сменяемых медицинских бригад, работающих в режиме ожидания.
Преемственность	Оказание авиамедицинскими бригадами помощи жителям мегаполиса должно быть научно-обосновано и основываться на использовании в работе единой медицинской документации.
Инновационная активность и экономическая эффективность	В работу АМБ в догоспитальном периоде необходимо внедрение различных инновационных технологий, в том числе ЭКМО, которые могут использоваться для оказания помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях и тяжелобольным жителям мегаполиса в догоспитальном периоде, а именно в процессе санитарно-авиационной эвакуации. Целесообразно стремиться к использованию вертолетной эвакуации с высокой клинической и экономической эффективностью (межрегиональные перевозки).
Обеспечение проведения авиамедицинской эвакуации в мегаполисе	Для скорейшей доставки в профильные стационары столицы нужны вертолетные площадки, как в самих стационарах, так и на пути следования. В мегаполисе возможно использование вертолетов определенного класса с мобильной аппаратурой. Только сочетание всех позиций дает видимый эффект от оказываемой помощи и ускорению доставки пациента в профильный стационар.
Оценка эффективности работы АМБ	Данные результатов лечения эвакуируемых в профильные стационары мегаполиса необходимы для коррекции структурно функциональной модели работы АМБ.

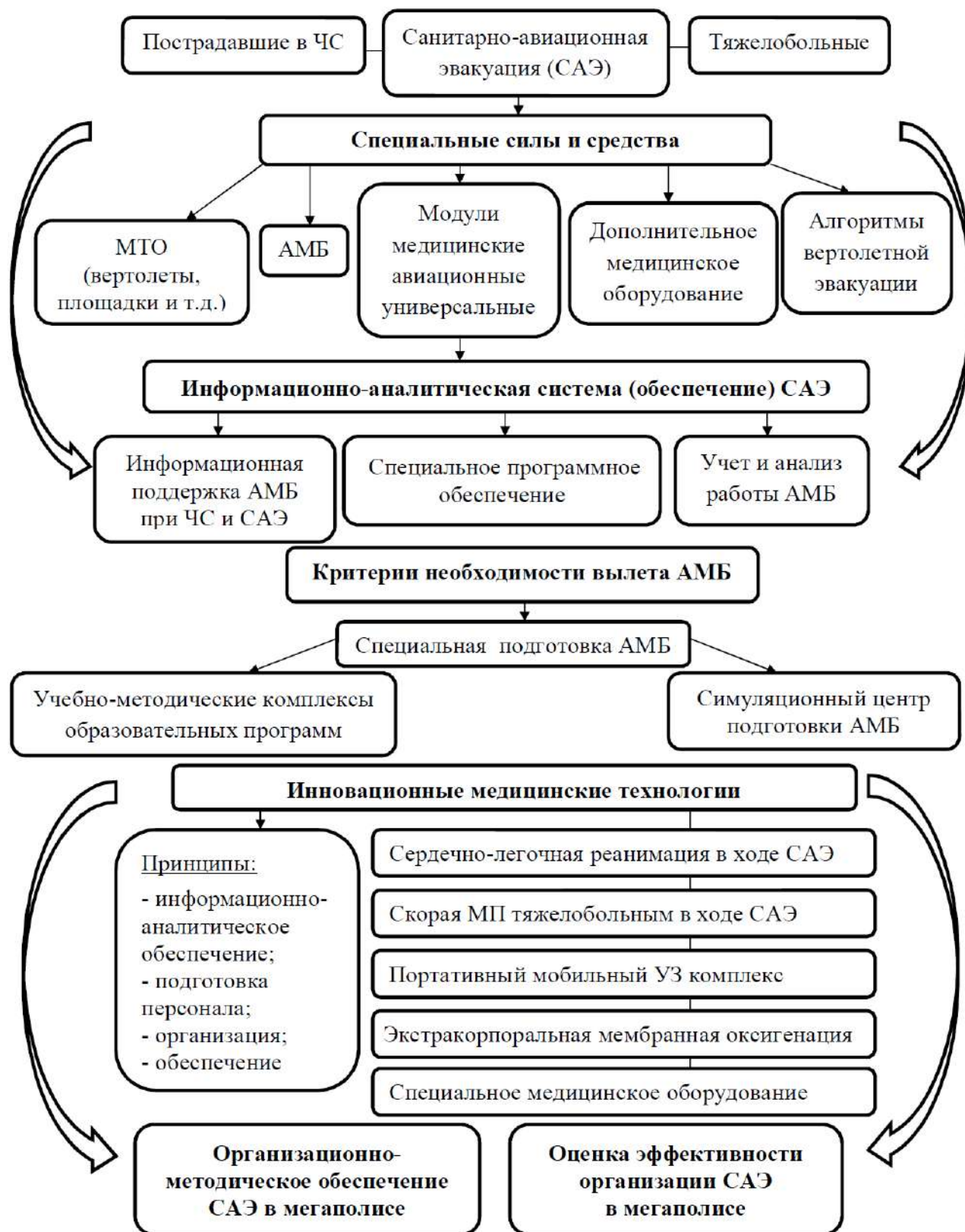


Рис. 1.1. Структурно-функциональная модель работы АМБ при оказании помощи пострадавшим в ЧС и тяжелобольным пациентам мегаполиса

То есть, своевременная реанимация может быть весьма эффективной, даже после 10-15 мин клинической смерти, и таких пациентов возможно

вернуть к жизни, хотя иногда и не без отрицательных последствий для организма. Поэтому наладить максимально быструю доставку пациента в профильный стационар вполне целесообразно, с учетом всех возможностей мегаполиса по оказанию высокотехнологичной медицинской помощи.

Организованная система использования санитарной авиации в г. Москве основывается на взаимодействии двух Московских департаментов – Департамента здравоохранения и Департамента по делам гражданской обороны и пожарной безопасности, при этом Мэрия города координирует работу обоих Департаментов. Основопологающим в работе санитарной авиации стал межотраслевой документ, а именно договор между двумя Департаментами, исполнителями – МАЦ и ЦЭМП. Первый осуществляет техническое обеспечение вертолетной эвакуации пострадавших в ЧС и тяжелобольных жителей мегаполиса, второй является ответственным за медицинскую часть. Оперативное управление санитарно-авиационной эвакуацией осуществляется диспетчерской (оперативным отделом) ЦЭМП и Центром управления полетами МАЦ. Данная модель доказала свою эффективность в процессе работы, и ее можно считать оптимальной для мегаполиса.

На основании разработанных нормативных актов в Москве стало возможным ежедневно осуществлять полеты вертолета над административной территорией города и за её пределами. В режиме ЧС стали реальны вылеты санитарного вертолета в любое место Московской области или даже в другой регион страны с учетом безопасного возвращения на базу и при наличии соответствующих распоряжений Мэра Москвы.

Опыт нашей 25-летней работы с использованием вертолетов легкого класса в г.Москве позволил нам наработать определенные алгоритмы в оказании необходимой помощи населению мегаполиса: «Прибытие вертолета до СМП»; «Прибытие вертолета после СМП»; «Работа АМБ на ЧС»; «Медицинская эвакуация из лечебных учреждений» и «Передача пострадавшего от АМБ бригаде СМП при невозможности вылета».

При крупномасштабных ЧС обычно для ликвидации медицинских последствий первыми на место прибывают спасатели со специальным оборудованием и имеющие навыки оказания первой помощи пострадавшим непосредственно в зоне ЧС. Одновременно должны прибывать специалисты территориальных центров медицины катастроф, которые перманентно передают по каналам связи первичные и уточненные сведения о месте происшествия, ведущем повреждении и возможном количестве пострадавших, необходимом количестве бригад СМП, а также обо всех возможных изменениях в обстановке. Далее они определяют зону оцепления, с учетом преимущественного движения автотранспорта для эвакуации и транспортировки пострадавших с организацией «транспортно-эвакуационной петли», и исключения встречного движения санитарного и эвакуационного транспорта (рис. 1.2).



Рис. 1.2 Схема эвакуационной транспортной петли

Следует отметить, что основными задачами авиамедицинских бригад в подобных случаях являются оперативная эвакуация с места ЧС, а также (при

необходимости) сортировка и транспортировка пострадавшего в лечебное учреждение, также немаловажным фактором является доставка на место происшествия квалифицированных специалистов.

Таким образом, каждый из этих участников имеет конкретные специфические задачи, реализация которых напрямую связана с системой предварительной готовности, что достигается в процессе ежедневной деятельности в сфере, свойственной для каждого сотрудника.

Если больному требуется высокотехнологическая медицинская помощь (стентирование сосудов, ампутация сегмента тела с возможностью его восстановления и др.), то на это сразу необходимо обращать внимание. В таком случае, обычно до прибытия вертолета врач СМП продолжает лечение. По радиосвязи или телефону врач или старший врач оперативного отдела связывается с врачом машины СМП, подтверждает вылет к бригаде и определяет место передачи пациента.

В каждом конкретном случае мы попытались определить наиболее оптимальные показания, сократить время и адаптировать подходы к госпитализации больных в профильные медицинские учреждения при помощи медицинского вертолета в условиях мегаполиса.

В сложных случаях авиамедицинские эвакуации осуществляются по решению медицинского персонала АМБ, по жизненным показаниям или на фоне стабилизации пациента, так как сейчас на борту санитарного вертолета есть все необходимые условия для проведения мониторинга основных жизненных функций больного и выполнения медицинских манипуляций в полном объеме.

Максимально эффективная деятельность авиамедицинских бригад в мегаполисе, которую можно представить в виде системы, включающей реорганизацию управления и применение оптимизированных алгоритмов (рис.1.3).

Такие подходы в работе АМБ в мегаполисе дают реальную возможность осуществления максимально быстрой санитарно-авиационной эвакуации нуждающихся, в профильные медицинские организации города.

Для уменьшения времени транспортировки пострадавших в ЧС или тяжелых пациентов в условиях мегаполиса, мы оценили площади и плотность населения, а также возможности оказания специализированной медицинской помощи и разработали схемы расположения перехватывающих вертолетных площадок, совместно с Московским авиационным центром.

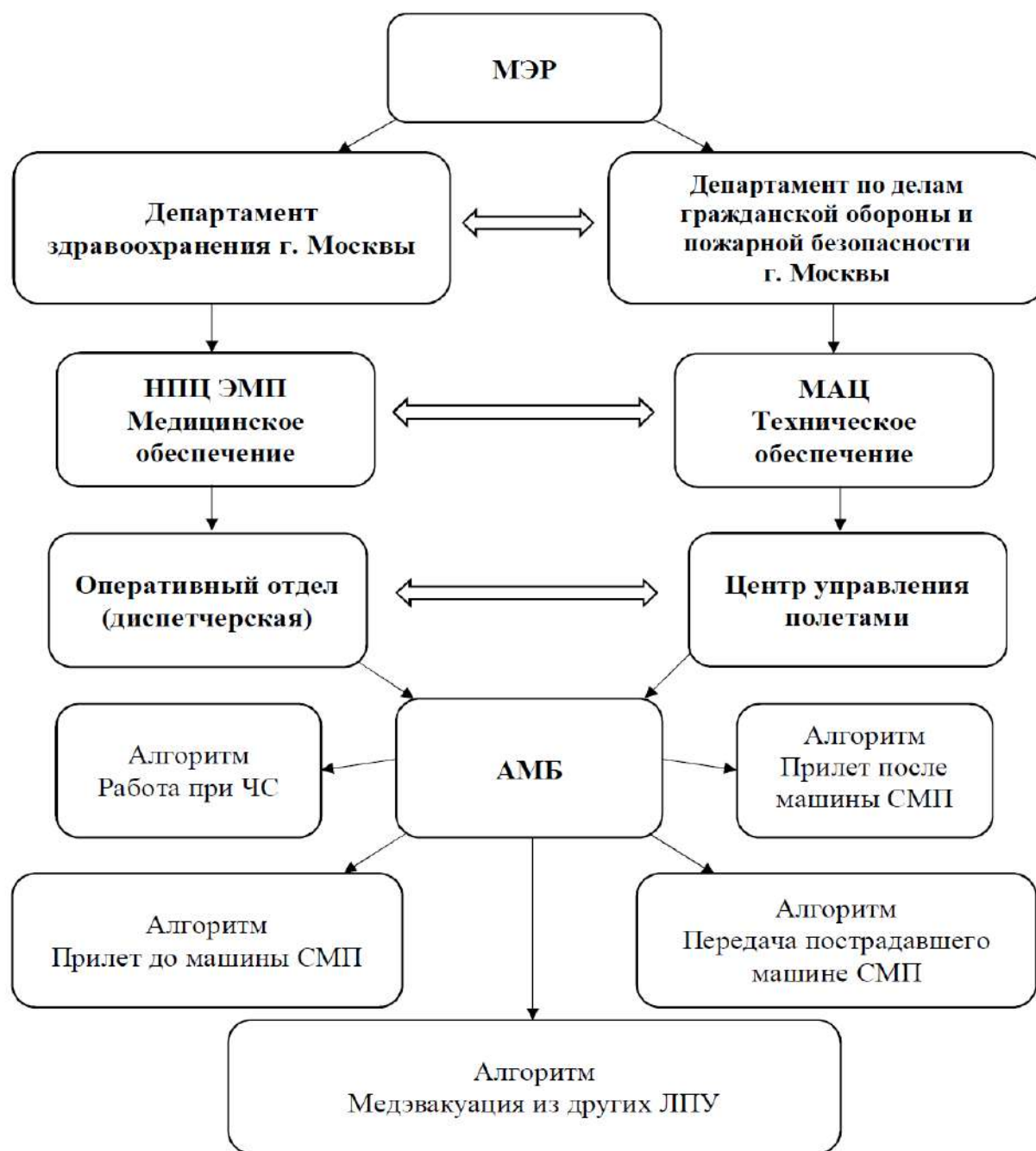


Рис. 1.3 Схема организации работы авиамедицинской эвакуации в мегаполисе

На присоединенных к Москве новых территориях с учетом расстояний была построена 21 вертолетная площадка. Таким образом, при наличии показаний к экстренной госпитализации, к ближайшей площадке могут двигаться 2 транспортных средства (машина СМП и санитарный вертолет), что в значительной мере ускоряет процесс госпитализации.

В настоящее время оптимальным можно считать нахождение 3 АМБ на постоянном дежурстве. При ЧС с большим числом пострадавших, нуждающихся в оказании экстренной медицинской помощи, к месту события могут вылететь еще 2 вертолета легкого класса, закупленные Правительством Москвы в связи с увеличением территории города. Увеличение парка санитарных вертолётов до трёх единиц дает возможность «перекрыть» территорию г. Москвы в пределах её новых границ и позволяет в случае отсутствия на дежурстве одного вертолёт (непредвиденный вызов, техническая неисправность и др.), обеспечить пациентов экстренной медицинской помощью в зоне его ответственности, используя другой вертолёт.

Госпитализацию пострадавших осуществляли в профильные стационары, при наличии у них вертолетных площадок.

В итоге отметим, что грамотная организация оказания авиамедицинской помощи позволяет отшлифовать межведомственное взаимодействие, что наряду с нужным обеспечением (строительство вертолетных площадок и т.д.) дает возможность максимально быстро доставлять пострадавших и тяжелобольных жителей мегаполиса в профильный стационар. При этом постоянный мониторинг ситуации в мегаполисе, на основании данных которого можно оценить количество и причины значимых чрезвычайных ситуаций, позволяет определять нагрузку на службу СМП и авиамедицинские бригады города.

МЕДИЦИНСКАЯ КАРТА ПОСТРАДАВШЕГО В ЧС



Время осмотра (дата, час) _____

Фамилия	Регистр.№
---------	-----------

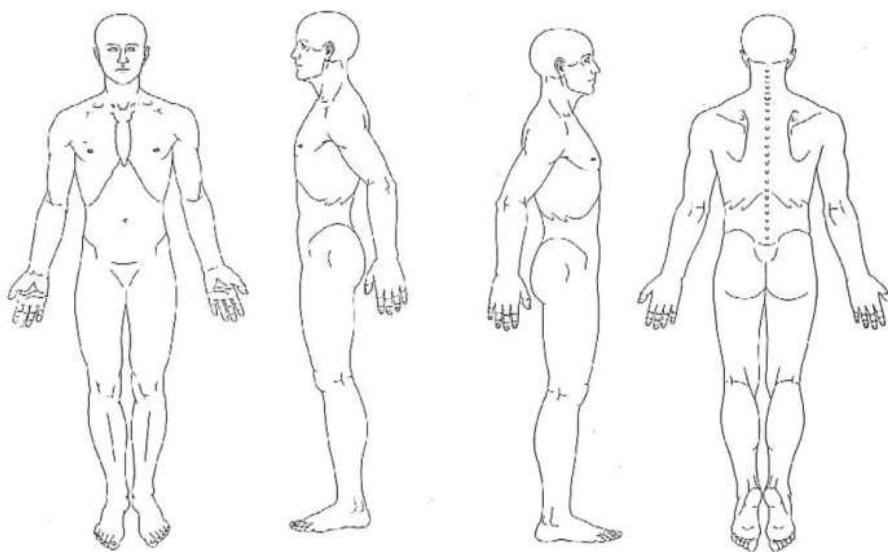
Имя _____

Отчество	М / Ж	Возраст
----------	-------	---------

Характер поражения – общее, внешнее, локальное, взрывное, осколочное, сочетанное, радиационное, комбинированное (ожог, травма), воздействие

(подчеркнуть)

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОРАЖЕНИЯ:



Пояснение
поражения:

Состояние: крайне тяжелое, тяжелое, средней тяжести, удовлетворительное

Сознание: ясное, спутанное, отсутствует

Гемодинамика: пульс _____ уд/мин; АД _____ мм.рт.ст. SpO₂ _____ % (FiO₂ _____ %)

Дыхание: _____ в мин. Над легкими:

Местно:

Предварительный диагноз:

Консультация врача-специалиста

Дополнительные исследования: (подчеркнуть)

Анализ крови клинический, биохимический + АВ0(Rh) + КОС + коагулограмма + ПЦР
ковид19

Лучевая и инструментальная диагностика:

КТ: по программе политравмы или область

Рентгенография: область _____

УЗИ: FAST ☐ RUSH ☐ или область _____

Эндоскопия: бронхоскопия, ФГДС.

Профилактика столбняка: Столбнячный анатоксин – 1,0 мл п/к ПСС – 3000 ед. п/к

По результатам сортировки пострадавший направляется (выбранное подчеркнуть):

1. Противошоковая палата	5. Операционная №____ очередь №____
2. Операционная – экстренно №____	6. Профильное отделение _____
3. Реанимация №	7. Психоизолятор
4. Перевязочная №	8. Инфекционный изолятор

Врач _____ (Ф.И.О.)

ДАННЫЕ ДИАГНОСТИКИ:

ЛЕЧЕБНЫЕ НАЗНАЧЕНИЯ:

ПРИМЕЧАНИЕ:

ЗАОЧНАЯ КОНСУЛЬТАЦИЯ ПАЦИЕНТА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МЕД.ЭВАКУАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКМО

Дата												Время												№ и/б															
Клиника												Фамилия																											
Город												Имя																											
улица/пр-т												Отчество																											
дистанция												км												Возраст лет		>75				Да*									
телефон																		Вес		кг				Рост						см									
e-mail																		BSA		м²				BMI															
Ф.И.О. и специальность врача проводящего консультацию																																							
Ф.И.О. и специальность врача на месте, принимающего участие в консультации																																							
Дата и время поступления										d	d	m	m	y	y	y	y	h	h	m	m																		
Диагноз основной:																																							
Диагноз сопутствующий:																																							
Анамнез заболевания/травмы																																							
Чек лист принятия решения о подключении ЭКМО																																							
Противопоказания Да* / Показания Да**																																							
Продолжающееся кровотечение										Да*																													
ЦНС																																							
Сознание CGS баллы												Кровоизлияние ГМ										Да*				Дислокация ГМ										Да*			
Респираторная терапия																																							
Дыхание		Спонтанное		HFOT		НИВЛ		ИБЛ		режим								ЭТТ/Трахеостома		№																			
FiO2		f		flow				Vt		MV				Pinsp				Pmean				PEEP																	
FiO2>90%> 48 часов				Да*				ИБЛ>7сут		Да*																													
Лабораторные показатели																																							
рН		BE														Hb		Plt		<50		Да*																	
PaO2		SpO2														Ht		WBC		<1		Да*																	
PaCO2		SvO2																																					
Лактат		Креатинин		ПроКальцТн														Группа крови																					
Калий		Мочевина		ЦРБ														ABO (I, II, III, IV)																					
Glu		Билирубин		Общ Белок														Rh фактор																					
		Амилаза		Миоглобин														(+/ -)																					
Лактат>5, >30мин, рефрактерно к теарпии										Да**																													
SvO2<55, CI<2, >60мин, рефрактерно к терапии										Да**																													
рН < 7.15, >4часов										Да**																													
Жизнеугрожающие нарушения ритма										Да**																													
Продолжающаяся СЛР										Да**		СЛР не эффективна?										Да*																	
Шкала VIS														ЭХО-кардиография																									
Добутамин		1 *				мкг/кг/ми		=		0				ЧСС				ВАБК		Да**																			
Дофамин		1 *				мкг/кг/ми		=		0				АД сист/диаст				Отношение																					
Адреналин		100*				мкг/кг/ми		=		0				ЦВД				ДЗЛК																					
Норадреналин		100*				мкг/кг/ми		=		0				EF%				КДО																					

Милринон	15*		мкг/кг/мин	=	0									
Вазопрессин	10000*		ИЭ/кг/мин	=	0			Митр.клап.						
Сумма Шкалы VIS = 0								Аорт. регург.		AoPer>3	Да*			
VIS>50 в течении 60 минут или VIS>45 в течении 8 часов или VIS>40 при кардиотомическом синдроме						Да**								
Индекс оксигенации														
OI>45, >6часов ИВЛ (PEEP>15)						Да**		OI=mean airway pressure						
OI>35 >12часов ИВЛ (PEEP>15)						Да**		MAP × FiO2 × 100 / PaO2						
OI>30, Осложнения респираторной терапии						Да**								
Murray score														
Рентген(КТ) грудной		Гипоксия, FiO2 100%,				PEEP				Комплаинс				
0 квадрантов	0	PaO2/FiO2 >300 мм.рт.ст.	0	PEEP <5 см.водн.ст.	0	Компл.>80 см/мм.водн.ст.	0							
1 квадрант	1	PaO2/FiO2 225-300 мм.рт.ст.	1	PEEP 6-8 см.водн.ст.	1	Компл.60-79 см/мм.водн.ст.	1							
2 квадранта	2	PaO2/FiO2 171-224 мм.рт.ст.	2	PEEP 9-11 см.водн.ст.	2	Компл.40-59 см/мм.водн.ст.	2							
3 квадранта	3	PaO2/FiO2 91-170 мм.рт.ст.	3	PEEP 12-15 см.водн.ст.	3	Компл.20-39 см/мм.водн.ст.	3							
4 квадранта	4	PaO2/FiO2 <91 мм.рт.ст.	4	PEEP >15 см.водн.ст.	4	Компл.<20 см/мм.водн.ст.	4							
Сумма баллов / 4		=												
Murray score >3						Да**								
Дополнительно														
Раздражение брюшины		Да		Перестальтика	Да	Гастральный зонд				мл/час				
Диурез		мл/час		Дренаж 1		мл/час		Дренаж 2		мл/час				
Гидробаланс за 6 часов		мл		Гидробаланс за 24 часа		мл								
ЗАКЛЮЧЕНИЕ:														
APACHE II ¹		баллов	>35	ш	<15%	Да*	ЭКМО						Да**	
SOFA ²		баллов	>16	а	<10%	Да*	вид ЭКМО		ВВ	ВА	ВВА			
RESP ³		баллов	<-8	н	<10%	Да*								
SAVE ⁴		баллов	<-15	с	<10%	Да*	Гемофильтрация						Да	
ISS ⁵		баллов	>50	с	<10%	Да*	Гемосорбция						Да	
BAUX Score		баллов	>100		0%	Да*	Плазмаферез						Да	
TBSA burns		%												
Термоингал. травма		Да						Да*		вероятно противопоказано ЭКМО				
1 https://www.thecalculator.co/health/APACHE-II-								Да**		вероятно показано ЭКМО				
2 https://www.thecalculator.co/health/Injury-Severity-Score-(ISS)-Calculator-														
3 http://respscore.com/														
4 http://save-score.com/														
5 https://www.thecalculator.co/health/Injury-Severity-Score-(ISS)-Calculator-														
КОМЕНТАРИЙ:														
Вероятно ЭКМО противопоказано, критериев из 16 (ПРОТИВ)														
Вероятно ЭКМО показано, критериев из 9 (ЗА)														
ЗА/ПРОТИВ/0, решение о подключении ЭКМО, вид ЭКМО -														
ЗА/ПРОТИВ/....., решение о подключении ЭКМО не принято														
ЗА/ПРОТИВ/....., решение о подключении ЭКМО возможно после коррекции противопоказаний														
ЗА/ПРОТИВ/....., решение о подключении ЭКМО требует проведения расширенного консилиума														
МЭ возможна после подключения ЭКМО и оценке транспортабельности по шкале "ШОТ"														
МЭ возможна без подключения ЭКМО после оценки транспортабельности по шкале "ШОТ"														
МЭ не возможна, рекомендовано продолжить интенсивную терапию на месте														
Автомобиль		Вертолет		Самолет		Судно на ВП								
Экстренная		Неотложная		Срочная										
Принимающий "Центр ЭКМО":														
ПОДПИСЬ:														

ЧЕК-ЛИСТ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКМО

Номер карты пациента	№	Число
ФИО пациента		
Группа крови пациента	ABO	Rh
Параметры	Выбрать	Отметка
Вид предполагаемого ЭКМО	VV VA VAV Другое:	
Вид предполагаемой канюляции	Центральная / Периферическая / Комбинация	
	Пункционно / Хирургически / Комбинация	
Показания к ЭКМО	Экстренные / Неотложные / Срочные	
Вид транспорта	Автомобиль / Вертолет / Самолет / Судно / Поезд	
Руководитель бригады ЭКМО		
Мобильная бригада ЭКМО		
Другие специалисты		
Стационар отправляющий проинформирован (дата, время)		
Стационар принимающий проинформирован		
Необходимые условия	С-дуга, Операционная, УЗИ, Гемакомпоненты	
Документы		
Идентификация персонала	Паспорт / Загр.Пасп.* / Виза* / Страховка* * при трансграничных транспортировках	
Идентификация пациента	Паспорт/ Загр.Пасп.* / Полис / СНИЛС / Виза* * при трансграничных транспортировках	
Переводной Эпикриз		
Диск КТ заключение		
Анализы заключение		
Исследования заключение		
Тест на беременность*	*женщины детородного возраста	
Катетеры / Дренажи		
Артериальная линия	Да / Нет Локализация:	
ЦВК	Да / Нет Локализация:	
Мочевой катетер	Да / Нет	
Зонд ЖКТ	Да / Нет Локализация:	
Дренажи	Да / Нет Локализация:	

Подпись ответственного лица _____

Расходные материалы		
Контейнер 1	(контуры ЭКМО)	
Одноразовый стерильный контур ЭКМО	(оксигенатор, магистрали, мешок первичного заполнения и рециркуляции) – 2 шт.	
Контейнер 2	(Укладки №№ 1, 2, 3)	
Укладка №1	проверить комплектность согласно перечню	
Расходные материалы		
Укладка №2	проверить комплектность согласно перечню	
Инструменты		
Укладка №3	проверить комплектность согласно перечню	
Медикаменты		
Оборудование		
Контейнер 3	(ЭКМО)	
Транспортная консоль ЭКМО	основной центрифужный насос, запасной центрифужный насос ручной привод или от резервного аккумулятора, силовой кабель 220, 12/28 вольт	
Аккумуляторы заряжены		
ТРУ		
Контейнер 4	(ИВЛ)	
Аппарат ИВЛ	пневмоприводный (экспертного класса)	
Аппарат ИВЛ	электроприводный (экспертного класса)	
Дыхательный мешок	«AMBU» или аналог (с накопительным мешком, линией подачи кислорода, клапаном ПДКВ)	
Портативный вакуумный отсасыватель (аспиратор)		
Газовый миксер	кислородо-воздушной смеси подаваемой на оксигенатор, крепление на релинге 2,5 дюйма	
Кислородный редуктор универсальный	с быстроразъемным соединением стандарта DIN 13260 и конусовидным выходом для инсуффляции кислорода через магистраль 1/4 дюйма – 2 шт.	
Набор кислородных и воздушных шлангов	высокого давления стандарта DIN 13260 с набором переходников под разные типы разъемов госпитальной газоразводки	
Кислородный шланг низкого давления 1/4 дюйма	длина 5м с адаптером 1/4 -1/4 дюйма для подключения к госпитальному источнику кислорода низкого давления	

Подпись ответственного лица _____

Контейнер 5	(баллоны)	
Переносной металлокомпозитный кислородный баллон	объемом 8 - 10 л. при 200 атм. (≈2000 л) – 2 шт.	
Переносной металлокомпозитный кислородный баллон	объемом 2 - 4 л. при 200 атм. (≈400 л) – 2 шт.	
Стационарный металлокомпозитный кислородный баллон на борту ТС *	объемом 10 - 20 л. при 200 атм. (≈4000 л) – 1 шт. * находится на ТС	
Контейнер 6	(мониторы, дозаторы, компрессия, дефибрилляторы, УЗИ, лабораторный комплекс)	
Монитор-дефибриллятор-кардиостимулятор* пациента	«CorPuls 3» или аналог, силовой кабель * - обязательное наличие функции наружной дефибрилляции и кардиостимуляции через клеящиеся электроды, Et CO2, гемоглобин	
Аппарат внешней компрессии грудной клетки для проведения СЛР	«LUCAS» или аналог, силовой кабель	
Набор инфузоматов (для проведения микроструйного введения лекарственных препаратов)	шприцевой 3шт. перистальтический 1шт. силовой кабель 220, 12/28 вольт	
Фибробронхоскоп		
Портативный аппарат УЗИ	с набором датчиков (линейный, конвексный, фазированный), силовой кабель	
Портативный лабораторный комплекс	для определения: КОС, Газы, Электролиты, Биохимия, Коагулограмма (АСТ) с набором картриджей «I-stat» или его аналог, силовой кабель	
Контейнер 7	(разное)	
Налобный осветитель*	* функция видеорегистратора по требованию, заряженные аккумуляторы - 2 шт.	
Удлинитель электрический влагозащищенный	четыре розетки, длина не менее 5м	
Адаптеры 110/220 В	соответствующие стандарту локаций ЛПУ	
Теплосберегающее одеяло для транспортировки* **	* термококон ** теплосберегающий чехол на контур ЭКМО	
Системы крепежей для транспортировки	Держатели для консоли, ремни	
Щит для транспортировки		
Контейнер 8 *при необходимости	(электрокоагулятор)	
Портативный электрокоагулятор	для обеспечения гемостаза открытого сосудистого доступа, силовой кабель	

Подпись ответственного лица _____

Перед транспортировкой из отправляющего Стационара	После подключения ЭКМО	
Стабилизировать пациента	оценить по шкале ШОТ (менее 70 баллов)	
Перекладывание на транспортную каталку	оценить витальные функции	
Транспортная фиксация	щит / держатели / ремни	
Пакет документов	Медицинские, Паспорт, Полис, СНИЛС, Опись передачи вещей	
Доступные медикаменты		
Доступные гемокомпоненты		
Проверка доступного запаса кислорода в баллонах		
Проверка заряда аккумуляторов		
Резервный центрифужный насос ЭКМО, силовой кабель	ручной привод или от резервного аккумулятора, 220, 12/28 вольт	
Проверка контура ИВЛ	соединения, манжета, фиксация, аускультация	
Проверка контура ЭКМО	соединения, фиксация, перфузия, оксигенация	
Проверка параметров мониторинга		
Собраны все Контейнеры и Укладки	списание / комплектность / счет верный	
Получены контактные данные родственников (представителя) пациента		
Информирование принимающего Стационара (Центра ЭКМО)*	о состоянии пациента, ожидаемом времени прибытия, необходимой поддержке в принимающем ЛПУ * (применение телемедицинской системы передачи данных пациента)	
Готовность к транспортировке	высокая / СТАРТ	
После транспортировки в принимающий Стационар (Центр ЭКМО)	После транспортировки в условиях ЭКМО	
Оценка состояния пациента в динамике	отрицательная / без изменений / положительная	
Оценка действий бригады ЭКМО	1.....10 бальной шкале _____	
Передача пакета документов в принимающем Стационаре (Центре ЭКМО)		
Информирование родственников (представителей) пациента		
Оформление протоколов транспортировки		
Проверка и подготовка оборудования	комплектность / чистка / проверка / электропит. / пломбировка контейнеров и укладок	

Подпись ответственного лица _____

**ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ, ИНСТРУМЕНТОВ, РАСХОДНЫХ
МАТЕРИАЛОВ, МЕДИКАМЕНТОВ, ТРАНСПОРТНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ,
В Т.Ч. АВИАМЕДИЦИНСКОЙ В УСЛОВИЯХ ЭКМО**

Оборудование

1. Транспортная консоль ЭКМО с центрифужным насосом.
2. Аппарат ИВЛ:
 - а. Аппарат ИВЛ (пневмоприводный) – «Medumat Transport» или аналог, с возможностью ПДКВ (РЕЕР) не менее 20 см.вод.ст., мониторингом капнометрии.
 - б. Аппарат ИВЛ (электроприводный) – «Hamilton T1» или аналог
 - с. Мешок дыхательный «AMBU» или аналог
3. Кислородные баллоны:
 - а. Переносной металлокомпозитный кислородный баллон объемом 10 л. при 200 атм. (≈2000 л) – 2 штуки
 - б. Переносной металлокомпозитный кислородный баллон объемом 2 л. при 200 атм. (≈400 л) – 2 штуки
 - с. Стационарный на борту машины СМП металлокомпозитный баллон объемом 20 л. при 200 атм. (≈4000 л) – 1 штука

Итого общий запас кислорода 8800 л.
4. Кислородный редуктор универсальный с быстросъемным соединением стандарта DIN 13260 и конусовидным выходом для инсуфляции кислорода через магистраль 1/4 дюйма. – 2 штуки
5. Набор кислородных и воздушных шлангов высокого давления стандарта DIN 13260 с набором переходников под разные типы разъемов госпитальной газоразводки.
6. Газовый миксер кислородо-воздушной смеси для регулировки потока смеси и процентного содержания кислорода, подаваемого на оксигенатор, с возможностью фиксации на релинге 2,5 дюйма – 1 шт.
7. Кислородный шланг низкого давления 1/4 дюйма длина 5м с адаптером 1/4 -1/4 дюйма для подключения к госпитальному источнику кислорода низкого давления.
8. Монитор-дефибриллятор-кардиостимулятор* пациента "CorPuls 3» или аналог с отображением следующих параметров:
 - неинвазивное артериальное давление;
 - инвазивное давление 4 канала (P1-P4);
 - ЭКГ с возможностью 12-ти отведений и анализом нарушений ритма и с.ST;
 - пульсоксиметрия;
 - термометрия;
 - капнометрия;
 - гемоглобинометрия;
 - беспроводная система соединения с аппаратом ИВЛ Medumat Transport или его аналогом;
 - порт RJ-45 для соединения с компьютером или 3G-5G модемом для удаленной передачи данных в режиме реального времени.

* - обязательное наличие функции наружной дефибрилляции и кардиостимуляции через клеящиеся электроды
9. Аппарат внешней компрессии грудной клетки для проведения СЛР «LUCAS» или аналог

10. Набор инфузоматов (для проведения микроструйного введения лекарственных препаратов)
 - а. Шприцевой насос «В. Braun» (перфузор спэйс) или его аналог – 3 шт.
 - б. Перистальтический насос «В. Braun» (инфузомат спэйс) или его аналог – 1 шт.
11. Ларингоскоп
12. Фибробронхоскоп
13. Портативный аппарат для УЗИ с набором датчиков (линейный, конвексный, фазированный)
14. Портативный лабораторный комплекс «I-stat» или его аналог – для определения: КОС, Газы, Электролиты, Биохимия, Коагулограмма (АСТ) с набором картриджей.
15. Портативный электрокоагулятор для обеспечения гемостаза открытого сосудистого доступа.
16. Налобный осветитель*

* -функция видеорегистратора по требованию
17. Удлинитель электрический с четырьмя розетками длина не менее 5 м.

Расходные материалы

1. Сосудистый доступ:
 - а. Набор для чрезкожной постановки ЭКМО канюль (игла, проводник, дилататоры, скальпель) длина 100/150 см. - 2 шт.
 - б. ЭКМО канюли одноканальные венозные 19Fr-29Fr, длина 35/55 см – по 1шт. всех размеров¹
 - в. ЭКМО канюли одноканальные артериальные 15Fr-21Fr, длина 15/23 см – по 1 шт. всех размеров⁴⁴
 - д. Адаптер для магистралей 3/8-3/8 дюйма боковой люер – 4 шт.
 - е. Адаптер для магистралей 3/8-3/8-1/4 дюйма боковой люер – 2шт.
 - ф. Адаптер для магистралей 3/8-3/8-3/8 дюйма боковой люер – 2шт.
 - г. Магистраль 1/4 дюйма длина 50 см.
 - х. Канюля для декомпрессии левого желудочка 12Fr-14Fr – 1шт.
 - и. Катетеры для пункции и катетеризации вен по 4 шт. всех размеров 14G-24G.
 - j. Катетеры для пункции и катетеризации артерий по 4 шт. всех размеров 20G-24G, длина 60/160 см.
 - к. Набор для катетеризации центральных вен одноканальный (игла, проводник, дилататор, катетер) 14 G - 2 шт.
 - l. Набор для катетеризации центральных вен трехканальный (игла, проводник, дилататор, катетер) 16/18/18 G - 1 шт.
 - m. Набор интродьюсер для внутрисосудистой постановки (игла, проводник, дилататор, интродьюсер) 6Fr-8Fr -2 шт.
 - n. Набор катетер Сван-Ганца 5Fr-7Fr – 1 шт.
 - о. Набор эндокардиальный электрод – 1шт.
 - р. Набор PICO 18G – 1шт.
 - q. Адаптер с внутренней резьбой люер «папа-папа» - 2 шт.
 - г. Заглушки тип люер – 10 шт.
 - s. Кран трехходовой тип люер – 10 шт.
 - t. Блок кранов тип люер – 2шт.
 - u. Кран трехходовой тип люер с удлинительной линией длина 10/25 см – 4 шт.
 - v. Камеры для измерения инвазивного давления – 4 шт.
 - w. Планшетка для фиксации камер инвазивного давления с возможностью фиксации на релинге 2,5 дюйма

⁴⁴ Размерность ЭКМО канюль для пациентов массой более 25 кг

- х. Удлинитель инфузии тип люер 80/150 см – 10 шт.
- у. Наконечник для флаконов тип «Мини-спайк» - 4 шт.
- z. Шприцы 2/5/10/20/50 мл всех размеров по 5 шт.
- aa. Капельница для инфузии растворов – 10 шт.
- bb. Капельница для инфузии компонентов крови – 5 шт.
- cc. Капельница для перистальтического насоса – 2 шт.
- dd. Турникеты силиконовые – 8шт.
- ее. Нитки атрауматика
 - Пролен 2/0 – 2шт.
 - Пролен 3/0 – 2 шт.
 - Пролен 6/0 – 2шт.
 - Викрил 3/0 – 4шт.

2. ИВЛ

- a. Интубационные трубки все размеры
- b. Фиксатор интубационной трубки
- c. Закрытая система санации ТБД разные размеры - 2 шт.
- d. Удлинитель интубационной трубки гофрированный с каналом для санации – 2 шт.
- e. Фильтр бактериально-вирусный для ИВЛ – 4 шт.

3. Перевязочный материал

- a. Комплект салфеток стерильных
 - 45*30 см – 10 шт.
 - 10*10 см – 20 шт.
- b. Клеящая повязка рулон «сигаfix» или аналог 20см/10 м– 1 шт.
- c. Клеящая повязка антибактериальная 10х20см – 4 шт.
- d. Пластырь 5х100 см – 1 шт.
- e. Пластырь 2,5х100 см – 1 шт.
- f. Бинты стерильные 14х700 см – 4 шт.
- g. Бинты стерильные 10х500 см – 4 шт.

4. Дополнительно

- a. Перчатки стерильные №7/8 - 8 пар
- b. Перчатки нестерильные №7/8 - 20 пар
- c. Комплект белья хирургического стерильный – 1 шт.
- d. Халаты стерильные – 3 шт.
- e. Очки защитные – 3 шт.
- f. Маска защитная – 3 шт.
- g. Шапочка защитная – 3 шт.
- h. Бахилы защитные – 3 шт.
- i. Дренаж плевральной полости на стилете - 2 шт.
- j. Катетер мочевого тип «Фалей» 12Fr-16Fr всех размеров по 1 шт.
- k. Пакет с клапаном для дренажа – 2 шт.
- l. Мочеприемник – 2 шт.
- m. Стерильный чехол для датчика УЗИ – 2 шт.
- n. Клеящиеся фиксаторы магистралей ЭКМО тип StatLock PSI или аналог – 3 шт.
- o. Гель стерильный – 1 шт.

Инструменты

- a. Магистральные зажимы – 6 шт.
- b. Скальпель, лезвие - 3 шт.
- c. Ножницы лигатурные – 1 шт.

- d. Ножницы сосудистые прямые – 1шт.
- e. Пинцет хирургический – 2шт.
- f. Пинцет сосудистый – 2шт.
- g. Крючок «Фарабефа» - 2шт.
- h. Ранорасширитель с кремальерой средний – 1шт.
- i. Зажим сосудистый прямой – 3шт.
- j. Зажим сосудистый угловой – 3шт.
- k. Диссектор – 1шт.
- l. Иглодержатель – 1 шт.
- m. Иглодержатель сосудистый – 1шт.
- n. Набор для стернотомии – 1шт.

Растворы и медикаменты для ЭКМО

- 1. NaCl 0,9% – 2л.
- 2. Полиионный раствор (Стерофундин, Плазмолит) – 1л.
- 3. Гелофузин – 2л.
- 4. Гепарин 5000 ЕД/мл – 5 мл (1фл.)
- 5. Лидокаин 2% - 2 мл (20 амп.)
- 6. Водный раствор хлоргексидина 20% - 200 мл.
- 7. Водный раствор йода (Бетадин) – 100 мл.

Разное

- 1. Универсальное крепление для аппарата ЭКМО и нижних конечностей пациента на спинальном щите или носилках ММВ/ММС.
- 2. Спинальный щит с системой фиксации шейного отдела позвоночника
- 3. Ремни фиксаторы Ferno – 3 шт.
- 4. Ремни фиксаторы типа «краб» – 1 шт.
- 5. Ремни фиксаторы с карабинами для крепления оборудования по количеству транспортируемого оборудования.
- 6. Вакуумный матрас для ММВ* или ММС*
* авиамедицинская эвакуация
- 7. Инфузионная манжета для пакетов объемом 1л и 0,5л.
- 8. Фиксирующий зажим на штангу или релинг для камер давления или инфузионного блока кранов «Комби-холдер» или его налог.
- 9. Фиксирующий зажим на штангу или релинг для колонок эфферентной терапии крови.
- 10. Зажим «струбцина» на магистраль контура ЭКМО для моделирования перфузии при V-VA схеме подключения ЭКМО.

Контейнеры

- 1. Контейнер 1 «Контур ЭКМО»
(оксигенатор, магистрали, мешок первичного заполнения и рециркуляции) – 2 шт.
- 2. Контейнер 2 «Укладки»
 - a. Укладка №1 «Расходные материалы»
 - b. Укладка №2 «Инструменты»
 - c. Укладка №3 «Медикаменты»
- 3. Контейнер 3 «ЭКМО»
 - a. транспортная консоль ЭКМО
 - b. основной центрифужный насос, запасной центрифужный насос ручной привод или от резервного аккумулятора
 - в. силовой кабель 220, 12/28 вольт
- 4. Контейнер 4 «ИВЛ»
 - a. пневмоприводный аппарат ИВЛ (экспертного класса)

- b. электроприводный аппарат ИВЛ (экспертного класса)
- c. дыхательный мешок «AMBU» или аналог (с накопительным мешком, линией подачи кислорода, клапаном ПДКВ)
- d. портативный вакуумный отсасыватель (аспиратор)
- e. газовый миксер кислородо-воздушной смеси подаваемой на оксигенатор, крепление на релинге 2,5 дюйма
- f. кислородный редуктор универсальный с быстроразъемным соединением стандарта DIN 13260 и конусовидным выходом для инсуффляции кислорода через магистраль 1/4 дюйма – 2 шт.
- g. набор кислородных и воздушных шлангов высокого давления стандарта DIN 13260 с набором переходников под разные типы разъемов госпитальной газоразводки
- h. кислородный шланг низкого давления 1/4 дюйма длина 5м с адаптером 1/4 - 1/4 дюйма для подключения к госпитальному источнику кислорода низкого давления
- 5. Контейнер 5 «Баллоны»
 - a. переносной металлокомпозитный кислородный баллон объемом 8 - 10 л. при 200 атм. (≈2000 л) – 2 шт.
 - b. переносной металлокомпозитный кислородный баллон объемом 2 - 4 л. при 200 атм. (≈400 л) – 2 шт.
 - c. стационарный металлокомпозитный кислородный баллон на борту ТС объемом 10 - 20 л. при 200 атм. (≈4000 л) – 1шт.
- 6. Контейнер 6 «Мониторы, дозаторы, компрессия, дефибрилляторы, УЗИ, лабораторный комплекс»
 - a. монитор-дефибриллятор-кардиостимулятор* пациента «CorPuls 3» или аналог, силовой кабель
 - * - обязательное наличие функции наружной дефибрилляции и кардиостимуляции через клеящиеся электроды, Et CO2, гемоглобин
 - b. аппарат внешней компрессии грудной клетки для проведения СЛР «LUCAS» или аналог, силовой кабель
 - c. набор инфузоматов (для проведения микроструйного введения лекарственных препаратов): шприцевой 3шт., перистальтический 1шт., силовой кабель 220, 12/28 вольт
 - d. фибробронхоскоп
 - e. портативный аппарат УЗИ с набором датчиков (линейный, конвексный, фазированный), силовой кабель
 - f. портативный лабораторный комплекс для определения: КОС, Газы, Электролиты, Биохимия, Коагулограмма (АСТ) с набором картриджей «I-stat» или его аналог, силовой кабель
- 7. Контейнер 7 «Разное»
 - a. налобный осветитель (функция видеорегистратора по требованию), заряженные аккумуляторы - 2 шт.
 - b. удлинитель электрический влагозащищенный четыре розетки, длина не менее 5м
 - c. адаптеры 110/220В, соответствующие стандарту локаций ЛПУ
 - d. теплосберегающее одеяло (термококон)
 - e. теплосберегающий чехол на контур ЭКМО
 - f. системы крепежей для транспортировки (держатели для консоли, ремни)
 - g. щит для транспортировки с фиксатором для головы
- 8. Контейнер 8 «Электрокоагулятор»

Портативный электрокоагулятор для обеспечения гемостаза открытого сосудистого доступа, силовой кабель

КАРТА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКМО													
число	месяц	год	№ п/ст	машина №	карта №	Время получ.	Время в пути	Время прибытия	Начало МЭ	Окончание МЭ	Время МЭ		
Врач: Ф-р: М/с анестезист						Бригада:		Причина вызова:					
Адрес места вызова:						Ф.И.О. пациента:				Пол:			
Адрес доставки:						Возраст:							
				Прибытие СпБрСМП		Подключение ЭКМО		Начало МЭ		Окончание МЭ			
Шкала Глазго:													
Шкала ПИОТ:													
Шкала VIS:													
PaO2/FiO2													
Жалобы:													
Анамнез заболевания:													
Анамнез жизни:													
Аллергологический анамнез:													
Эпид. анамнез:													
Кожные покровы:													
Зрачки				D S		Реакция на свет				Нистагм			
Кожные покровы головы и кости черепа:													
Неврологический статус:													
КТ головы:													
Проходимость дыхательных путей													
Грудная клетка				Отставание в дыхании				Дыхание				Ритм	
Одышка													
Легкие перкуторно:													
Аускультативно:													
Рентген или КТ грудной клетки:													
Пульс:													
ЭХО-КГ:													
Тоны сердца:													
Сердцебиение:													
Живот:													
При поверхностной пальпации:													
Перистальтика:													
Симптомы раздражения:													
УЗИ протокол RUSH:													
Диурез:													
Стул:													
Описание повреждений или заболевания:													
Подпись принявшего больного в приемном отделении				Замечания врача приемного отделения, Зав п/ст, инспектора ЛКС				Актив: н/пом Кто принял:					
Время м.п. приемного покоя								Подпись врача, заполнившего карту					

Оказанная помощь:	Лекарственный пр-т:	Объем	М-д	Время	Лекарственный пр-т:	Объем	М-д	Время
Дыхание:	Режим: Vt мл f /мин Flow л/мин				Введение наркотических и сильнодействующих препаратов			
Параметры:	Примечания:							
A/Д - / -								
SpO ₂ - %								
FiO ₂ - %								
PEEP: - см H ₂ O								
Температура:					Врач: Фельдшер:			

Состояние больного во время МЭ																											
параметры		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
RPM об/мин *1000																											
LPM л/мин																											
P _{вен} мм рт. ст.																											
ΔP мм рт. ст.																											
FiO ₂ oxy %																											
GasFlow oxy л/мин																											
SvO ₂ %																											
Гепарин ЕД/ч																											
АСТ/АЧТВ сек	220																										
	210																										
	200																										
	А/Д	190																									
	сист.	180																									
	mm	170																									
	Hg	160																									
	(S)	150																									
		140																									
	Ч	130																									
	С	120																									
	С	110																									
		100																									
		90																									
		80																									
		70																									
		60																									
	А/Д	50																									
	диас.	40																									
	mm	30																									
	Hg	20																									
	(D)	15																									
		10																									
		5																									
		0																									

Схема подключения ЭКМО V V A A

ИНФОРМИРОВАННОЕ ДОБРОВОЛЬНОЕ СОГЛАСИЕ НА МЕДИЦИНСКОЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВО (ПРОВЕДЕНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКМО)

На основании ст. 20 «Информированное добровольное согласие на медицинское вмешательство и на отказ от медицинского вмешательства» Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 г. № 323–ФЗ

я, (Ф.И.О.) _____ пациент
отделения _____ (название МО)

(или законный представитель пациента) _____ (Ф.И.О.

законного представителя), (реквизиты документа, подтверждающего право представлять
интересы пациента) _____ даю добровольное

информированное согласие на предложенное мне (пациенту) медицинское вмешательство в
виде проведения медицинской межгоспитальной эвакуации в условиях ЭКМО из ЛПУ

_____ в

Центр ЭКМО _____, с

целью проведения последующего лечения. О своем (пациента) заболевании
(диагноз): _____ информирован. Мне в

доступной форме предоставлена полная информация о целях проведения межгоспитальной
медицинской эвакуации в условиях ЭКМО, связанном с ней риском, возможных вариантах
медицинского вмешательства, о его последствиях, а также о предполагаемых результатах
оказания медицинской помощи. По моей просьбе были объяснены непонятные медицинские
термины, мною были заданы все интересующие меня вопросы. Я не буду иметь каких-либо
претензий к _____ (название

ЛПУ), в случае развития негативных последствий моего решения.

Пациент (законный представитель) _____ Подпись _____

нужное подчеркнуть

Врач анестезиолог-реаниматолог (СМП): _____ Подпись _____

«__» _____ 20__ г. _____ часов _____ мин.

Примечание.

Если речь идет о несовершеннолетних детях, пациентах, находящихся в бессознательном состоянии или с различными степенями нарушения сознания, речевыми нарушениями, на основании ст. 20 № 323-ФЗ — все моменты обсуждаются между медицинским работником (врачом анестезиологом-реаниматологом (СМП)) и одним из родителей или иным законным представителем. В экстренном случае, при отсутствии сознания у пострадавшего, отсутствия одного из родителей или иного законного представителя, при необходимости осуществления в кратчайшие сроки экстренной медицинской помощи, принятие решения осуществляется консилиумом медицинской организации. Если получить информированное (осознанное) согласие пациента на проведение медицинской эвакуации в условиях ЭКМО не представляется возможным вследствие тяжести состояния пациента (энцефалопатия, кома, шоковое состояние, др.) или невозможности его (согласия) получения от законного представителя, _____ (название вида медицинской помощи) проводится по экстренным показаниям.

Решение о проведении медицинской эвакуации в условиях ЭКМО принято решением консилиума в составе:

1.	Ф.И.О. _____	Должность _____
	Подпись _____	Дата _____
2.	Ф.И.О. _____	Должность _____
	Подпись _____	Дата _____
3.	Ф.И.О. _____	Должность _____
	Подпись _____	Дата _____

« ____ » _____ 20 ____ г. _____ часов _____ мин.

В случае если собрать консилиум или провести его по телефону невозможно, решение принимается непосредственно лечащим (дежурным) врачом ЛПУ по месту нахождения пациента и ответственным врачом специализированной БрСМП с внесением такого решения в медицинскую документацию пациента и последующим уведомлением должностных лиц медицинской организации (руководителя медицинской организации или руководителя отделения медицинской организации).

ИНФОРМИРОВАННЫЙ ДОБРОВОЛЬНЫЙ ОТКАЗ ОТ МЕДИЦИНСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА (ПРОВЕДЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКМО)

На основании ст. 20 «Информированное добровольное согласие на медицинское вмешательство и на отказ от медицинского вмешательства» Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 г № 323–ФЗ,

я, (Ф.И.О.) _____ пациент
отделения _____ (название МО)

(или законный представитель пациента) _____ (Ф.И.О.
законного представителя), (реквизиты документа, подтверждающего право представлять
интересы пациента) _____

добровольно отказываюсь от предложенного мне медицинского вмешательства (проведения
внутригоспитальной транспортировки в условиях ЭКМО) в
_____ отделение, с

целью проведения лечебных, диагностических манипуляций (нужное подчеркнуть). О
своем (пациента) заболевании: _____ информирован. Мне
разъяснены диагноз и возможные последствия отказа от проведения транспортировки, а
именно: _____.

Последствия отказа мне были разъяснены в доступной для меня форме, по моей просьбе
были объяснены непонятные медицинские термины, мною были заданы все интересующие
меня вопросы и получен на них подробный ответ.

Я не буду иметь каких-либо претензий к ЛПУ (название) _____, в
случае развития негативных последствий моего решения.

Пациент (законный представитель) _____ Подпись _____

Врач анестезиолог-реаниматолог (СМП): _____ Подпись _____

«__» _____ 20__ г. _____ часов _____ мин.

ЛПУ	« » 20
-----	--------------

ПРОТОКОЛ ПОДКЛЮЧЕНИЯ / ОТКЛЮЧЕНИЯ ЭКМО № _____

История болезни № _____

Группа крови (AB0) _____ Rh ()

ЭМК № _____

Ф.И.О. _____ Возраст _____ М, Ж

*Диагноз***Операция** _____**Показания:** ☐ легочная недостаточность ☐ сердечная недостаточность☐ РДС ☐ СЛР ☐ невозможность откл. ИК ☐ bridge to Tx**Тип ЭКМО:** ☐ ВА ЭКМО ☐ ВВ ЭКМО ☐ ВАВ ЭКМО**Оксигенатор** _____ Центриф. насос _____номер
оксигенатора**Подключение** ☐ ПВ ☐ ПП ☐ Ao ☐ БА_{пр} ☐ БА_{лев} ☐ ОСА_{пр} ☐ ЯВ_{пр} ☐ БВ_{пр} ☐ БВ_{лев}☐ иное _____**Канюляция:** ☐ центр. ☐ перифер. ☐ хирургически ☐ пункционно

Канюли: арт. _____ Fr; вен. _____ Fr; () _____

Fr

Шунт для дист. перфузии н/к: ☐ тип и размер _____ ☐ хирургически ☐ пункционно

Дата и время установки _____ : Дата и время удаления _____ : Тип гемостаза: _____

Дренаж ЛЖ ☐ тип и размер _____ Способ постановки _____

Дата и время установки _____ : Дата и время удаления _____ : Тип гемостаза: _____

Переканюляция: Дата и время _____ : Канюли _____

Нв _____ г/л	Нт _____	Рост _____ см	Масса _____ кг	
ЗАПОЛНЕНИЕ:	препарат	объем (мл)	BSA _____ м ²	ВМІ _____
эр.масса			ПИ _____ л/м ²	ОСП _____ л/мин
плазма			Гепарин	ЕД/час
альбумин _____ %			Бивалирудин	мг/час
гепарин			Фондапаринукс	мг/12ч
кристаллоиды				
коллоиды				

<i>ЭКГК</i>	Тип _____	Место подключения _____
	Дата и время 1 подключения _____ :	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Начало ЭКМО: _____ : **Окончание ЭКМО** _____ :

Продолжительность ЭКМО: _____ **Причина отключения**
ЭКМО _____

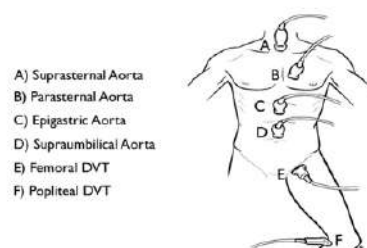
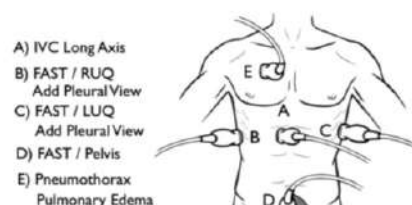
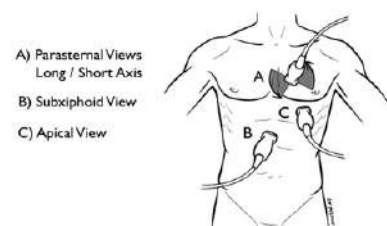
Комментарии при подключении:

Врач	
-------------	--

Комментарии при отключении:

Врач	
-------------	--

the RUSH exam (Rapid Ultrasound in SHock)



RUSH протокол	1 этап	2 этап	3 этап
Помпа	Перикардиальный выпот: а) наличие выпота? б) признаки тампонады? Диастолический коллапс правого желудочка +/- правого предсердия?	Сократимость левого желудочка: а) гипердинамическая? б) нормальная? с) Снижена?	Растяжение правого желудочка: А) увеличение размера? Б) смещение перегородки справа налево?
Объем	Объем: 1. НПВ а) увеличение размера /снижение спада на вдохе- высокое ЦВД б) маленький размер/большое спадание на вдохе- низкое ЦВД 2. ВЯВ – а) увеличенная или спавшаяся	Потеря объема 1) E-FAST обследование: а) свободная жидкость в животе/ тазу? б) свободная жидкость в грудной полости? 2) Отек легких: кометы легких?	Объем без изменений Напряженный пневмоторакс?: а) отсутствие скольжения легкого? б) отсутствие хвостов комет?
Сосуды	Аневризма брюшного отдела аорты Брюшная аорта >3 см.	Грудной аорты аневризма/ расслоение: а) корень аорты > 3.8 см. б) расслоение интимы с) грудная аорта > 5 см.	1) тромбоз бедренной вены? Несжимаемость сосуда? 2) тромбоз подколенной вены? Несжимаемость сосуда?

ВИДЫ РАЗЪЕМОВ ДЛЯ ПОДАЧИ МЕДИЦИНСКИХ ГАЗОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

№ п/п	Фото разъёма	Название	Каталожный номер по Weinmann
1.		Angled connector complies with DIN 13260	WM 2057
2.		Angled connector, AGA	WM 22345
3.		Angled connector, bayonet (AFNOR)	WM 22296
4.		Straight connector, complies with British Standard 5682	WM 28627
5.		SIS screw connector, complies with AS 2896	WM 22929
6.		Walther connector for oxygen quick coupling	WM 3799
7.		Straight Walther connector	WM 4364
8.		Straight Ohmeda connector	WM 29131
9.		comoZ	
10.		Screw-type blind cap with G 3/8" outer	WM 1463
11.		NIST Adapter	WM 22584

Перечень оснащения для симуляционного центра по обучению технологии ЭКМО

1. Мебель:

- a. Стулья с раскладным столиком – 30 шт.
- b. Стол преподавателя с тумбой и компьютерной подставкой

2. Оборудование немедицинское:

- a. Проекционный экран с подъемным механизмом – 1 шт.
- b. Проектор
- c. Экран (монитор) с диагональю не менее 200 см для аудитории.
- d. Монитор с диагональю не менее 70 см – 2 штуки в ситуационный зал.
- e. Вебкамеры с дистанционным управлением – 5 штук (3 стационар. в ситуационный зал, 1 стационар. в аудиторию, 1 мобильная со штативом и системой стабилизации при движении для работы в машине/вертолете/реанимации, операц.).
- f. Системный компьютерный блок с 4-мя выходами Display Port

3. Манекены:

- a. Манекен для отработки навыков УЗИ пункции сосудов на шее – 1 шт.
- b. Манекен для отработки навыков УЗИ пункции сосудов на бедре – 1 шт.
- c. Реалистичный манекен (верх.ч. тулов.) для интубации трахеи и проведения СЛР -1 шт.
- d. Реалистичный манекен (верх.ч. тулов.) для отработки навыков ЭКМО канюляции 1 шт.
- e. Реалистичный манекен (ниж. ч. тулов.) для отработки навыков ЭКМО канюляции – 1 шт.
- f. Реалистичный манекен (все тело) с обратной связью параметров давления и потока в искусственном сердечно-сосудистом контуре для отработки навыков канюляции, подключения ЭКМО, осуществления медиц. эвакуации (m = 70-90 кг).
- g. Манекен (тренажер) с моделированием патологии легких и обратной связью (спиро- и манометрия) для подбора режимов респираторной терапии – 1 шт.

4. Оборудование медицинское:

- a. Каталка моноблок, складывающаяся, для медицинской эвакуации – 1 шт.
 - b. Щит с фиксирующими ремнями для медицинской эвакуации – 1 шт.
 - c. Держатель (холдер) универсальный для транспортных систем ЭКМО – 1 шт.
 - d. Аппарат УЗИ портативный с 3 датчиками (линейный, конвексный, фазированный) - 1 шт.
 - e. Симулятор ЭКГ – 1 шт.
 - f. Машина класса С, оборудованная для транспортной ЭКМО.
 - g. Модуль медицинский вертол./самолетный, оборуд. для транспортной ЭКМО.
 - h. Аппарат ЭКМО трансп., предназначенный в том числе для выполнения МЭ- 1 шт.
 - i. Аппарат ИВЛ транспортный, предназначенный в том числе для выполнения медицинской эвакуации – 1 шт.
 - j. Дефириллятор-Монитор – 1 шт.
 - k. Аппарат внешней компрессии грудной клетки для проведения СЛР – 1 шт.
 - l. Ларингоскоп – 1 шт.
 - m. Фибробронхоскоп – 1 шт.
- ### 5. Инструменты и расходные материалы (см. прил. 2.4).

ИНФОРМАЦИЯ О ПРИОРИТЕТАХ ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. НИКИФОРОВА МЧС
РОССИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНОГО ВАРИАНТА ЭКМО
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

2012 год – ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России внедрил применение ЭКМО в условиях стационара.

2013 год – успешно вылечен пациент с внебольничной пневмонией А-Н1N1 с применением ЭКМО (первый успешный случай в России).

2014 год – специалисты ВЦЭРМ прошли стажировку в Университетской клинике (г. Регензбург, Германия) по применению стационарного и транспортного ЭКМО.

С этого времени ВЦЭРМ накоплен опыт проведения выездных ЭКМО силами специализированных бригад скорой медицинской помощи (СМП) на базе медицинских учреждений Санкт-Петербурга.

16.01.2015 – впервые в России специализированная бригада СМП ВЦЭРМ (Шелухин Д.А., Павлов А.И., Зуев П.А.) при организационной поддержке специалистов Минобороны выполнила санитарно-авиационную (вертолет МИ-26 Минобороны, самолет АН-148 МЧС России) медицинскую эвакуацию тяжелообольного военнослужащего с жизнеугрожающей пневмонией с применением транспортной ЭКМО из станицы Зеленчукская Карачаево-Черкесской Республики в Санкт-Петербург в Военно-медицинскую академию им. С.М. Кирова.

01.12.2016 – впервые в России специализированная бригада СМП ВЦЭРМ (Шелухин Д.А., Павлов А.И., Бочкина О.В.) выполнили медицинскую эвакуацию родильницы с жизнеугрожающей сердечной недостаточностью (синдром такоцубо) в условиях сочетанного применения транспортного ЭКМО и внутриапериартериальной баллонной контрпульсации (ВАБК).

Декабрь 2016 г. – сотрудниками ВЦЭРМ впервые в России совместно с ТФОМС разработаны и внедрены тарифы ОМС для стационарного применения ЭКМО в Санкт-Петербурге.

На 01.09.2023 – специалистами ВЦЭРМ выполнено 30 медицинских эвакуаций в условиях ЭКМО, в т.ч. 17 – с использованием авиации. Все эвакуации пациентов, ранее считавшихся «нетранспортабельными», выполнены с нулевой летальностью.

- Общий опыт использования технологии ЭКМО (в стационарном и транспортном вариантах) во ВЦЭРМ составил 45 случаев.

Разработаны образовательные программы (циклы) повышения квалификации «Организация и технология экстракорпоральной мембранной оксигенации на борту самолета (вертолета) при проведении авиамедицинской эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях» (**2016**), «Экстракорпоральная мембранная оксигенация в практике многопрофильного стационара» (**2018**), «Технология экстракорпоральной мембранной оксигенации на догоспитальном и стационарном этапах» (**2019, 2022**), которые преподаются на постоянной основе с применением симуляционного и дистанционного электронного учебно-методических комплексов.

С 2017 года ВЦЭРМ на постоянной основе совместно с профессиональным сообществом специалистов «РосЭКМО» реализует программы ДПО, которые с 2019 года аккредитованы в НМО. Повышение квалификации по применению технологии ЭКМО на 01.09.2023 прошло более 800 врачей из разных субъектов Российской Федерации.

Получены патенты на изобретения, свидетельства:

1. Шелухин Д.А., Довбыш А.А. Свидетельство (Патент) идентифицирующий базу данных «Регистр оценки случаев экстракорпоральной мембранной оксигенации», РОСПАТЕНТ, 03.03.2020, № 2020620385, 26 с.

2. Шелухин Д.А., Павлов А.И. Свидетельство (Патент) идентифицирующий изделие «Чехол защитный теплосберегающий», РОСПАТЕНТ, 14.09.2020, № RU2732212C1, 10 с.

3. Шелухин Д.А., Павлов А.И. Свидетельство (Патент) идентифицирующий изделие «Крепежная система универсальная», РОСПАТЕНТ, 12.01.2021, № RU2740245C1, 9 с.

4. Шелухин Д.А., Алексанин С.С. Свидетельство (Патент) на изобретение «Способ оценки готовности пациента к медицинской эвакуации пациента, находящегося в критическом состоянии», РОСПАТЕНТ, 05.04.2022, № 2797116, 6 с.

5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных: «Регистр пациентов с применением экстракорпоральной мембранной оксигенации, РосЭКМО».

6. Свидетельство о регистрации электронного издания сетевого распространения: «Санитарно-авиационная эвакуация: учебно-методический комплекс» (ISBN: 978-5-907618-27-5).

**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «РОССИЙСКОЕ
ОБЩЕСТВО СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКМО (РОСЭКМО)»**

Межрегиональная общественная организация «Российское общество специалистов экстракорпоральной мембранной оксигенации (РосЭКМО)» создана в 2016 году по инициативе врачей ведущих медицинских учреждений, обладавших на тот момент опытом применения технологии ЭКМО в России. Первый президент РосЭКМО с 2016 по 2022 год Корнилов Игорь Анатольевич и команда самых активных членов общества смогли воплотить в жизнь многое на начальном этапе развития технологии ЭКМО у нас в стране: создание информационных ресурсов общества, регистра учета клинических случаев применения технологии ЭКМО, разработка и внедрение тарифов ОМС в регионах, образовательные программы на регулярной основе с привлечением преподавателей (экспертов) ведущих медицинских учреждений из России и других стран, методические рекомендации, проведение раз в два года съездов по экстракорпоральным технологиям РОСЭКТ/РосЭКМО, активная консультативная работа в регионах, в том числе прошедших эпидемий вируса гриппа А-Н1N1 в 2016-2018 гг., и пандемии SARS-CoV-2, включая участие в европейском регистре EuroELSO-Covid-19 в 2020-2022 гг., исследовательская работа, в том числе научно-техническая по разработке и совершенствованию аппаратов ЭКМО и сопряженных технологических решений. С 2023 года президент РосЭКМО - Кецкало Михаил Валерьевич.

**ФГБУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ ЦЕНТР ЭКСТРЕННОЙ И РАДИАЦИОННОЙ
МЕДИЦИНЫ ИМ. А.М. НИКИФОРОВА» МЧС РОССИИ:
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А.М. Никифорова» (ВЦЭРМ) МЧС России создано 12 сентября 1991 года на базе научных и клинических подразделений Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова для лечения и реабилитации участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и других радиационных аварий и катастроф. Уже через несколько лет после начала своей деятельности учреждение получило мировое признание, став *сотрудничающим центром Всемирной организации здравоохранения по лечению и реабилитации лиц, пострадавших при ядерных и других катастрофах, а так же центром REMPAN (международной системы медицинской готовности к ядерным чрезвычайным ситуациям).*

Сегодня ВЦЭРМ – это многопрофильное лечебное, научное и образовательное учреждение, ведущее медицинское учреждение и научно-методический центр МЧС России, с современным лечебно-диагностическим оборудованием и передовыми медицинскими технологиями для оказания специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи при различных заболеваниях и патологических состояниях, включая пострадавших при техногенных катастрофах и стихийных бедствиях, радиационных авариях. Реализована концепция оказания медицинской помощи при различных чрезвычайных ситуациях, с учетом опыта ведущих отечественных и зарубежных медицинских учреждений.

Основные направления деятельности центра: многопрофильная специализированная и высокотехнологичная медицинская помощь при различных заболеваниях, в том числе, сотрудникам МЧС России и пострадавшим в радиационных авариях и чрезвычайных ситуациях; научно-исследовательская работа (выполнение прикладных научных исследований, внедрение результатов научных работ в практику); образовательная деятельность (аспирантура, ординатура, профессиональная переподготовка, повышение квалификации); международное сотрудничество.

Кроме того, ВЦЭРМ осуществляет экспертную деятельность, на его базе работает Межведомственный экспертный совет, который проводит экспертизу в плане установления причинной связи заболеваний, инвалидности и смерти граждан с воздействием радиационного фактора, а также Центральная ВВК МЧС России.

Коллектив ВЦЭРМ состоит из высококвалифицированных специалистов, которые постоянно совершенствуют свои профессиональные знания в ведущих образовательных и медицинских учреждениях страны и мира. Во ВЦЭРМ трудятся член-корреспондент РАН (директор –Алексанин С.С.), более 50 докторов наук (более 40 из них имеют звание профессора) и свыше 140 кандидатов наук. Более половины врачебного и среднего медицинского персонала имеют высшую квалификационную категорию. Более 45

сотрудников центра удостоены почетных званий «Заслуженный врач Российской Федерации», «Заслуженный работник здравоохранения Российской Федерации» и «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации».

В состав центра входят следующие основные подразделения – **клиника № 1** (специализированная терапевтическая на 115 коек), **клиника № 2** (многопрофильная, высокотехнологичных видов медицинской помощи на 415 коек), поликлиника (на 420 посещений в смену), подстанция скорой медицинской помощи с возможностью использования санитарной авиации, научно-исследовательские подразделения (центр, отделы, отделения, лаборатории), институт дополнительного профессионального образования «Экстремальная медицина».

Учреждение оказывает скорую, неотложную и плановую специализированную медицинскую помощь, проводит специализированное обследование и лечение, профилактику и реабилитацию пациентов различного профиля в условиях дневного и круглосуточного стационара.

В составе центра функционирует **многопрофильная поликлиника**, предоставляющая специализированную амбулаторную помощь. Собственное отделение трансфузиологии обеспечивает заготовку донорской крови и ее компонентов, что гарантирует не снижаемый запас для пациентов. **Отделение скорой медицинской помощи анестезиологии и реанимации**, обеспечивает сопровождение пациентов с различной степенью тяжести состояния во время медицинской эвакуации собственными спецавтомобилями, а также авиационным, водным и железнодорожным транспортом.

Специалистами центра проведена первая в России авиамедицинская эвакуация тяжелобольного с использованием технологии транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации.

Две вертолетные площадки на территории центра позволяют использовать санитарную авиацию для доставки пациента в клинику.

В центре оказывается хирургическая помощь по следующим направлениям: общая хирургия, торакоабдоминальная хирургия, нейрохирургия, травматология и ортопедия; сердечно-сосудистая хирургия; гинекология, урология, офтальмология, пластическая и реконструктивная хирургия, челюстно-лицевая хирургия и оториноларингология.

Современный операционный комплекс объединяет 14 операционных (4 из которых интегрированные) и все хирургическое оборудование в единый блок при этом управление осуществляется из стерильной зоны. «Тонкая» оптика и современный лапароскопический инструментарий, спектр электрохирургических аппаратов с технологиями «LigaSure» и «Ultracision», оборудование для радиоволновой хирургии и интраоперационного УЗИ позволяют в 90% случаев выполнять эндовидеохирургические вмешательства. Доступность результата срочного морфологического исследования составляет 10 минут. Широко используются и рентгеноэндоваскулярные методы на коронарных, мозговых и магистральных сосудах. В отделениях терапевтического профиля оказывается помощь при

заболеваниях внутренних органов, сердца, центральной и периферической нервной системы, поджелудочной железы, желчного пузыря, болезней печени и кишечника, органов дыхания и аллергических заболеваний.

Отдел радиационной медицины, гематологии, онкологии и токсикологии специализируется в лечение острой и хронической лучевой болезни, онкогематологических заболеваниях, в трансплантации гемопоэтических стволовых клеток для устранения депрессий гемопоэза, лейкозов, лимфом, наследственных и генетических заболеваний.

В центре функционирует **отдел диализа и гравитационной хирургии крови**, который оснащен современным оборудованием для проведения всех видов заместительной почечной терапии и экстракорпоральной детоксикации, а так же для применения методов квантовой гемотерапии. Отделение активно участвует в оказании специализированной помощи жителям Санкт-Петербурга.

Особое место в структуре ВЦЭРМ занимает **отдел медицинской реабилитации**. В отделе проводятся мероприятия ранней комплексной медицинской реабилитации при различных заболеваниях и травмах, а также разработка индивидуальных комплексных программ восстановления и поддержания здоровья. Программа реабилитации определяется для каждого пациента индивидуально: с учетом тяжести состояния, наличия реабилитационного потенциала и сопутствующих заболеваний. Современное оборудование и роботизированная техника позволяет достичь наилучших результатов при восстановлении двигательных навыков. Здесь же работает мультидисциплинарная реабилитационная бригада, которая состоит из терапевта, невролога, кардиолога, травматолога-ортопеда, врача по лечебной физкультуре, физиотерапевта, рефлексотерапевта, мануального терапевта, клинического психолога, логопеда-афазиолога, реабилитационных медицинских сестер. Каждый специалист проводит собственную оценку состояния пациента и при взаимодействии с коллегами осуществляет целевое вмешательство, тем самым в лечении достигается оптимальный результат, а пациент максимально быстро возвращается к нормальной жизни.

Диагностические подразделения центра обеспечивают полный спектр диагностических услуг. **Отдел лабораторной диагностики** исследует более 200 параметров метаболизма, специфических белков, ферментов, гормонов, онкомаркеров, свертывающей системы, специфических аллергенов, проводит качественное и количественное определение широкого спектра бактериальных и вирусных инфекций. Здесь же ведется широкий перечень цитологических, гематологических, общеклинических и бактериологических исследований, имеется возможность оценить состояние иммунной системы по 45 параметрам и осуществить полный перечень гистологических и иммуногистохимических исследований.

В **отделе лучевой диагностики** проводится полный перечень диагностических исследований, таких как: рентгенологические исследования (в том числе желудочно-кишечного тракта, мочевыделительной системы), мультиспиральная рентгенологическая компьютерная томография, магнитно-резонансная томография на магнитнорезонансных томографах с напряженностью магнитного поля 1,5Т и 3Т, маммография (в том числе с

выполнением аспирационной биопсии), флюорография, эхокардиография, доплерография и многие другие.

Центр располагает современным радиодиагностическим оборудованием (ПЭТ/КТ и ОФЭКТ/КТ), которые позволяют проводить диагностику заболеваний сердечно-сосудистой системы, нервной системы, онкологических заболеваний. Используемые методы диагностики позволяют добиться раннего выявления болезни. Методика основана на использовании радиофармпрепаратов – аналог естественных веществ, входящих в состав человеческого организма или инертных органотропных агентов, меченных коротко- и ультракороткоживущими радиоактивными изотопами, имеющими низкие лучевые нагрузки на пациента.

Для эффективного управления лечебно-диагностическим процессом в центре используются современные **информационные медицинские технологии** и надежные алгоритмы защиты информации. Внедрена медицинская информационная система, которая позволяет контролировать и корректировать качество оказания медицинской помощи. Электронная медицинская карта содержит полную медицинскую информацию о пациенте и всех видах исследований, в том числе, цифровые изображения от рентгеновских аппаратов и всех видов томографов, а так же результаты консультаций специалистов. Информацию врач может получить в любой момент, как из рабочего кабинета, так и в палате пациента, используя медицинский планшетный компьютер. Организован единый информационно-справочный центр.

Все медицинские записи ведутся в единой электронной медицинской карте пациента. Результаты всех инструментальных методов исследований собираются в репозитории медицинских данных. Записи специалистов и данные инструментальных методов исследований анализируются системой поддержки принятия врачебных решений. Система мониторинга медикаментов и расходных материалов позволяет отслеживать движение медикаментов на всех этапах от поставщика до получения пациентом. Врач получает доступ ко всем медицинским записям вне зависимости от того, в какой клинике ВЦЭРМ он находится, и где до этого во ВЦЭРМ обследовался и лечился пациент. Пациент имеет возможность доступа к своим медицинским записям и результатам анализов через личный кабинет пациента.

Медицинская информационная система (QMS) ВЦЭРМ является первой и единственной в восточной Европе аттестованной системой, соответствующей 7 (из 7) уровню требований международной Ассоциации медицинских информационных систем – HIMSS.

Ежегодно в клиниках ВЦЭРМ оказывается специализированная медицинская помощь в условиях стационара более 15 тысяч пациентов, из числа сотрудников МЧС России и членов их семей, жителей Санкт-Петербурга, России и иностранных государств.

В 2022 году во ВЦЭРМ проведено 12926 оперативных вмешательств (2021 – 12021), из них 25 % высокотехнологичные, 58 % оперативных вмешательств – малотравматичные или миниинвазивные. В условиях круглосуточного стационара пролечено 18 685 пациентов (2021 год – 17 883), из них 62 % с заболеваниями хирургического профиля. Хирургическая активность по отделениям хирургического профиля составила 90 %. Объем амбулаторно-

поликлинической помощи составил 104 484 (2021 год – 105 413) посещения. Внедрено 16 инновационных медицинских технологий. Проведено 2 клинических исследования новых лекарственных средств и 1 клиническое испытание медицинского изделия. Проведена 1305 экспертиз соответствия статуса и документов граждан, подвергшихся воздействию радиационных факторов, действующему законодательству Российской Федерации. Проведен периодический медицинский осмотр и освидетельствование 1959 спасателей и сотрудников МЧС России, подвергающихся воздействию вредных и опасных производственных факторов с последующим допуском к продолжению работы.

В 2021-2023 году в связи с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой по новой коронавирусной инфекции COVID-19 ВЦЭРМ увеличил количество дежурств и прием пациентов по линии ОМС, жителей Санкт-Петербурга, поступающих по скорой помощи с травмами, хирургической патологией, ОКС, ОНМК.

В связи с перепрофилированием многих больниц Санкт-Петербурга под прием пациентов с COVID-19 ВЦЭРМ осуществлял прием взрослого населения в экстренной и неотложной формах по отдельным профилям, дежурил по скорой специализированной медицинской помощи в условиях стационара в соответствии с Соглашением между Санкт-Петербургом и ВЦЭРМ, распоряжениями Комитета по здравоохранению Правительства Санкт-Петербурга. Были организованы и выполнялись необходимые противоэпидемические мероприятия, включая работу в СИЗ, термометрию, проведение ПЦР-исследований, развертывание обсервационных блоков (палат) и др. Пациентам, поступающим по скорой и неотложной помощи, оказывалась необходимая медицинская помощь, проводились ПЦР-исследования, при положительных результатах они переводились в профильные учреждения. Организовано проведение вакцинации и ревакцинации сотрудников против новой коронавирусной и других инфекций. Иммунизирована основная часть медицинских работников. Коллективный иммунитет составил 94 %.

Важное направление деятельности ВЦЭРМ – **реализация мероприятий Союзного государства Россия-Беларусь** по оказанию специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи участникам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и гражданам, проживающим (проживавшим) на радиоактивно загрязненных территориях.

В 2016-2022 гг. в рамках мероприятий Союзного государства «Оказание комплексной медицинской помощи отдельным категориям граждан Беларуси и России, подвергшихся радиационному воздействию вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» оказана специализированная (СМП), высокотехнологичная медицинская помощь (ВМП) и медицинская реабилитация 6442 гражданам, подвергшимся радиационному воздействию вследствие аварии на ЧАЭС, в том числе ВМП – 1027. В 2022 году СМП оказана 991 пострадавшему в аварии на ЧАЭС, из них 206 человек получили ВМП. В 2023 году планируется оказание СМП 1042 пострадавшим в аварии на ЧАЭС.

ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России - это не только лечебное учреждение, здесь осуществляется **научно-исследовательская и образовательная деятельность**. Проводятся фундаментальные, поисковые и прикладные исследования в наиболее перспективных областях медико-биологической науки и клинической практики, доклинические и

клинические исследования лекарственных средств, испытания медицинских изделий, апробация и экспертиза новых медицинских технологий. Научные исследования проводят врачи, профессорско-преподавательский состав и научные сотрудники центра, в составе которых научно-исследовательские отделы и лаборатории.

Научно-исследовательская лаборатория (НИЛ) генетической диагностики выполняет биологическую индикацию мутагенных воздействий и биодозиметрию ионизирующих излучений, генодиагностику в аспекте персонализированной медицины, диагностику цитогенетических и молекулярно-генетических наследственных и онкологических заболеваний.

Любая патология, любое отклонение в организме обуславливается либо дефицитом жизненно необходимых элементов, либо их избытком. В **научно-исследовательском отделе биоиндикации** внедрен самый современный неинвазивный метод индивидуальной донозологической диагностики и коррекции состояний, связанных с дефицитом, избытком или дисбалансом химических элементов в организме человека. Каждый химический элемент выполняет определенную физиологическую роль. Если организм не получает этих веществ в достаточном количестве, то функции органов нарушаются и появляется склонность к развитию патологических процессов. Возможность такой диагностики дает аналитический метод - масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Благодаря ему, то есть на основе определения баланса жизненно необходимых макро- и микроэлементов в организме человека, нарушения обмена диагностируются на ранних стадиях. Некоторые токсичные элементы можно обнаружить только этим способом.

Комплекс уникального высокотехнологичного и современного хромато-масс-спектрометрического оборудования **НИЛ токсикологии и лекарственного мониторинга** обеспечивает проведение самого широкого спектра исследований в области токсикологии, терапевтического лекарственного мониторинга и экспресс-диагностики гематологических и биохимических показателей, параметров системы гемостаза, газов крови и электролитов.

Имеющийся в центре многофункциональный высокочувствительный низкофоновый спектрометр излучения человека определяет содержания радиоактивных веществ в организме человека, их количество и распределение по органам и тканям, что позволяет выявлять полный набор всех радиологических значимых радионуклидов.

В соответствии с планом НИОКР МЧС России на 2022 год, утвержденным приказом МЧС России от 21.12.2021 № 893, в 2022 году выполнил 4 НИР:

-«Совершенствование профилактической работы по снижению заболеваемости болезней органов дыхания у сотрудников МЧС России, осуществляющих свою профессиональную деятельность в изолирующих средствах индивидуальной защиты органов дыхания». Научный руководитель - к.м.н. Санников М.В. Результат: методические указания «Ранняя диагностика болезней органов дыхания и их профилактика у сотрудников МЧС России, осуществляющих свою профессиональную деятельность в изолирующих средствах индивидуальной защиты органов дыхания», зарегистрированы 2 базы данных, подана заявка на патент.

- «Разработка учебно-методических комплексов (УМК) для повышения квалификации медицинского персонала МЧС России с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий». Научный руководитель - д.м.н. Леонтьев О.В. Результат: разработаны и апробированы 5 УМК, получено 5 свидетельств о регистрации электронного издания сетевого распространения.

- «Комплексная оценка опорно-двигательной системы, заболеваемости, травматизма и оказания специализированной медицинской помощи по профилю «травматология-ортопедия» сотрудникам ФПС ГПС МЧС России». Научный руководитель - д.м.н. Гудзь Ю.В. Результат: аналитический обзор, рекомендации в территориальные органы МЧС России.

- «Медицинская эвакуация пострадавших в чрезвычайных ситуациях и тяжелооболых с проведением экстракорпоральной мембранной оксигенации: принципы, технологии, организационно-методическое обеспечение, в т.ч. с учетом неудовлетворительной санитарно-эпидемиологической обстановки в отношении пациентов с особо опасными инфекциями». Научный руководитель - к.м.н. Шелухин Д.А. Результат: разработано руководство по применению транспортного ЭКМО при медицинской эвакуации.

Все НИР прошли государственную регистрацию в ЕГИС учета результатов НИР, ОКР, ТР гражданского назначения. Результаты НИР приняты заказчиком (УМПО, ДГО, ЦБИТ МЧС России) и внедрены в систему медицинского обеспечения МЧС России.

В центре функционирует диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (медицинские, биологические науки). В 2024-2025 годах сотрудники ВЦЭРМ планируют защиту докторских (Ветошкин А.А., Санников М.В., Шелухин Д.А.) и кандидатских диссертаций.

ВЦЭРМ является учредителем научных рецензируемых журналов «Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях» (включен в перечень ВАК Минобрнауки РФ и международную базу данных SCOPUS) и «Вестник психотерапии» (включен в перечень ВАК Минобрнауки РФ). Журнал издается по 4 номера ежегодно. Сотрудниками ВЦЭРМ ежегодно публикуется 5-8 монографий, более 200 статей в научных рецензируемых журналах.

ВЦЭРМ имеет **лицензию** Федеральной государственной службы по надзору в сфере образования и науки на осуществление образовательной деятельности по программам высшего образования (**аспирантура, ординатура**) и дополнительного профессионального образования (**повышение квалификации, профессиональная переподготовка**).

ВЦЭРМ имеет государственную аккредитацию по программам высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации по программам ординатуры 31.00.00 «Клиническая медицина».

ВЦЭРМ имеет государственную аккредитацию по программам высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации по программам аспирантуры 31.00.00 «Клиническая медицина» и 32.00.00 «Наука о здоровье и профилактическая медицина». ВЦЭРМ проводит подготовку научных кадров высшей квалификации в аспирантуре (по специальностям 3.2.6 - безопасность в чрезвычайных ситуациях, 3.3.8 - клиническая

лабораторная диагностика, 3.1.9 – хирургия, 3.1.18 – внутренние болезни) и ординаторов (по специальностям – хирургия, терапия, травматология и ортопедия).

В 2022-2023 году проводилось обучение (очная форма) аспирантов (по направлению подготовки Клиническая медицина, специальность - 3.2.6 - безопасность в чрезвычайных ситуациях (медицинские науки), и ординаторов (по специальностям – хирургия, терапия, травматология и ортопедия).

Реализует образовательную деятельность ВЦЭРМ профессорско-преподавательский состав института дополнительного профессионального образования «Экстремальная медицина», в составе трех кафедр (хирургии и инновационных технологий; терапии и интегративной медицины; безопасности жизнедеятельности, экстремальной и радиационной медицины) и учебный отдел.

С 01.01.2015 повышение квалификации и профессиональная переподготовка медицинского персонала МЧС России проводятся с использованием Системы дистанционного обучения медицинского персонала МЧС России, в которой реализованы следующие программы дополнительного профессионального образования: «Организация здравоохранения и общественное здоровье»; «Скорая и неотложная помощь»; «Медицинская реабилитация»; «Радиационная безопасность в медицинских организациях»; «Санитарно-авиационная эвакуация пострадавших в чрезвычайных ситуациях»; «Подготовка медицинского персонала к действиям по защите личного состава в случае возникновения чрезвычайных ситуаций радиационного характера»; «Электронная информационно-образовательная среда образовательной организации высшего образования», 72 часа. Дистанционное обучения предусматривает заочную (70-75%) и очную (20-30%) части, позволяет значительно экономить финансовые средства (суточные, проживание) и рабочее время.

Отработка практических навыков медицинского персонала МЧС России проводится в Центрах симуляционного обучения (эндовидеохирургии, скорой и неотложной помощи, подготовки авиамедицинских бригад, подготовки медицинского персонала к действиям при радиационных авариях). Центры оснащены виртуальными тренажерами и симуляторами, образовательным роботом-симулятором, медицинским оборудованием, имитаторами, фантомами для отработки практических навыков.

Ежегодно ВЦЭРМ проводит повышение квалификации и профессиональную переподготовку более 600 специалистов из числа медицинского персонала МЧС России.

В 2023 году ВЦЭРМ проводил сотрудничество с ВОЗ, сотрудничающими центрами и учреждениями в рамках международной сети медицинской готовности и реагирования на чрезвычайные ситуации радиационного характера (РЕМΠΑН). ВЦЭРМ оказывал консультативную помощь по профилактике и лечению хронических заболеваний и участвовал во всех организованных ВОЗ виртуальных совещаниях и мероприятиях.

ВЦЭРМ участвует в деятельности Глобальной сети ВОЗ по биодозиметрии (BioDoseNet) в аспекте создания регионального потенциала в области биодозиметрии.

ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России стал первым медицинским учреждением в Российской Федерации, принятым в международную ассоциацию остеосинтеза АО Trauma. Отныне ВЦЭРМ является референтным центром обучения врачей травматологов-ортопедов со всего мира по программам последиplomной подготовки. Сегодня ассоциация остеосинтеза – это глобальная сеть, основной задачей которой является повышение качества лечения пациентов при лечении травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата. Каждый год организация проводит более 830 образовательных мероприятий по всему миру, которые поддерживают почти 9000 преподавателей и посещают более 58000 участников. Строгим критериям референтных центров АО Trauma во всем мире соответствуют 130 ведущих травматологических клиник со всего мира. Членство ВЦЭРМ в престижной глобальной сети предоставляет широкие возможности для диалога, обмена знаниями, апробации современных имплантатов, профессионального развития и сотрудничества в сообществе ассоциации остеосинтеза по всему миру.

ВЦЭРМ организует и проводит международные научно-практические конференции по различным проблемам медицины катастроф, медицины сна.

Сотрудники ВЦЭРМ принимают активное участие, в том числе с докладами, в международных и всероссийских научно-практических конференциях, форумах, конгрессах.

Основными задачами ВЦЭРМ являются:

1. Лечебно-диагностическая деятельность: организация и обеспечение выполнения государственного задания МЧС России; оказание ВМП по заданию МЧС России, Минздрава РФ и в рамках программы обязательного медицинского страхования; выполнение мероприятия Союзного государства «Оказание комплексной медицинской помощи отдельным категориям граждан Беларуси и России, подвергшихся радиационному воздействию вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»; внедрение инновационных методов диагностики, лечения и реабилитации при оказании специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи.

2. Научная, образовательная и международная деятельность: выполнение государственного задания по научной и образовательной деятельности; проведение международных научных конференций, в том числе международной научной конференции «Многопрофильная клиника XXI века. Инновации и передовой опыт» (ежегодно, апрель), «Интегративная неврология. Нейродегенерация и десинхроноз» (ежегодно, июнь); «Никифоровские чтения: передовые медицинские технологии» (ежегодно, сентябрь); подготовка научных кадров (аспирантура) и ординаторов, организация повышения квалификации и профессиональной переподготовки медицинского персонала МЧС России; реализация редакционно-издательской и патентной работы (подготовка и издание монографий, рецензируемых журналов, научных статей, изданий и публикаций, учебных пособий, подготовка заявок на изобретения); развитие международного сотрудничества.