



Экстракорпоральная Мембранная Оксигенация

(ЭКМО, ЭМО, ЕСМО, ЭТМО)

Эстракорпоральная мембранная оксигенация — инвазивный экстракорпоральный метод насыщения крови кислородом, при развитии тяжёлой дыхательной недостаточности.

Используется у пациентов с остро развившимися и потенциально обратимой респираторной, сердечной или кардиореспираторной недостаточностью, которые не отвечают на стандартную терапию.

История (1)

- Впервые метод экстракорпоральной мембранной оксигенации был применен у больного с дыхательной недостаточностью J.A. Helmsworth в 1952 году. Однако до создания современных мембранных оксигенаторов он не мог получить широкого распространения. Так же, как и новые методы вспомогательного кровообращения, мембранную оксигенацию применяли у умирающих больных, поэтому успех терапии был незначительным.

История (2)

- 1953 г. Gibbon с коллегами впервые успешно использовал искусственную поддержку перфузии и оксигенации при операции на открытом сердце.
- 1965 г, Rashkind с коллегами использовали пузырьковый оксигенатор в качестве поддержки у новорожденных умирающих от дыхательной недостаточности.
- 1969 г, Dorson с коллегами использовали мембранный оксигенатор для искусственного кровообращения (ИК) у детей.
- 1970 г, Baffes с коллегами успешно использовали ЭКМО в качестве поддержки у детей после кардиохирургического вмешательства по причине ВПС.
- 1975 г, Bartlett с коллегами успешно использовали ЭКМО у новорожденных с тяжелым дыхательным дистрессом.

История (3)

- В настоящее время замену термину extracorporeal membrane oxygenation (ЕСМО) пришел модный термин extracorporeal life support (ECLS), т.к. экстракорпоральная поддержка жизнеобеспечения (ECLS) подразумевает под собой так же и другие системы обход желудочка сердца (VAD) и собственно экстракорпоральное кровообращение (CBP), согласно номенклатуре ELSO-Extracorporeal Life Support Organization (1989) - организации экстракорпоральной поддержки жизнеобеспечения (ЭКПЖ).

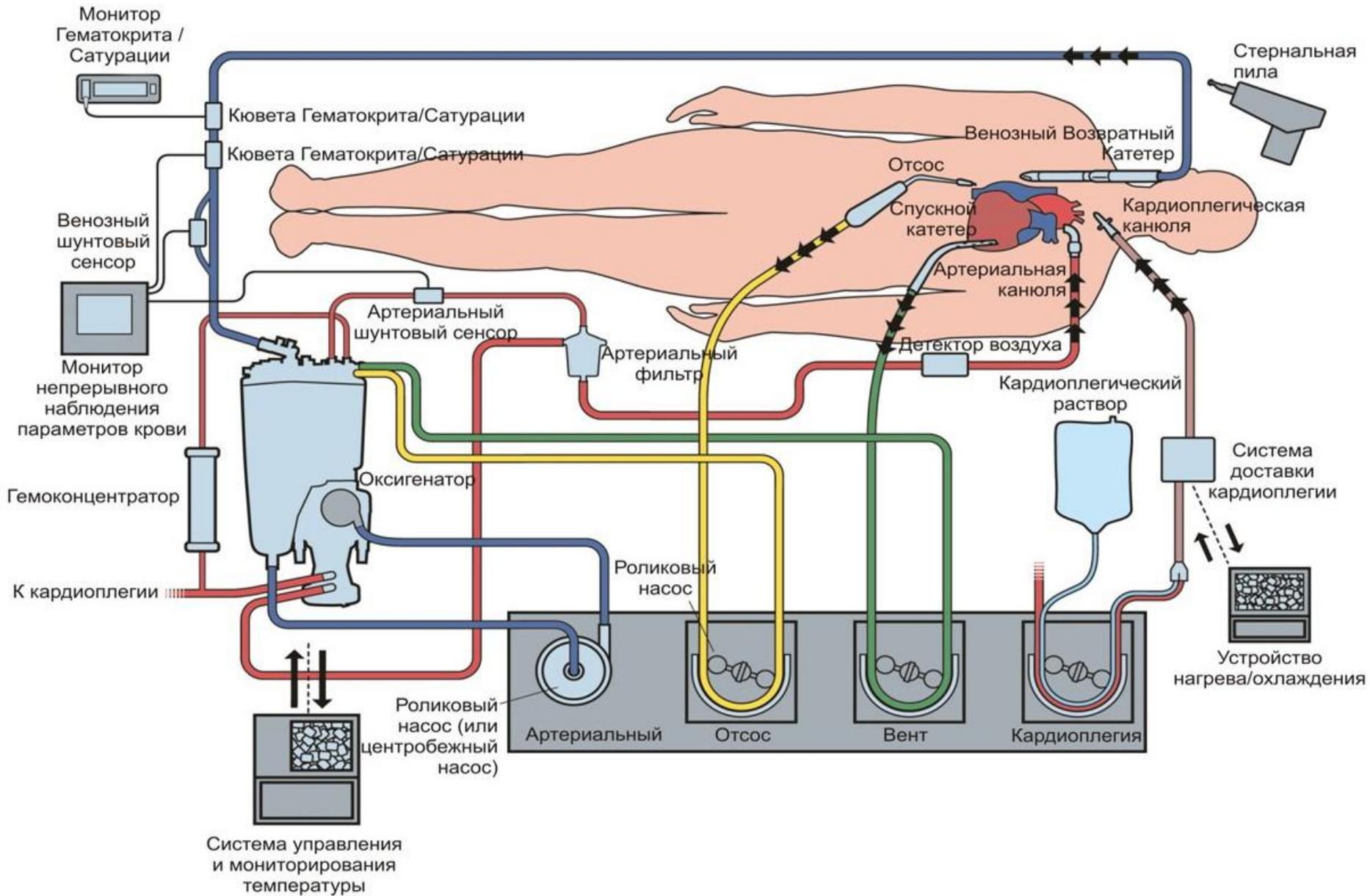
ЭКМО



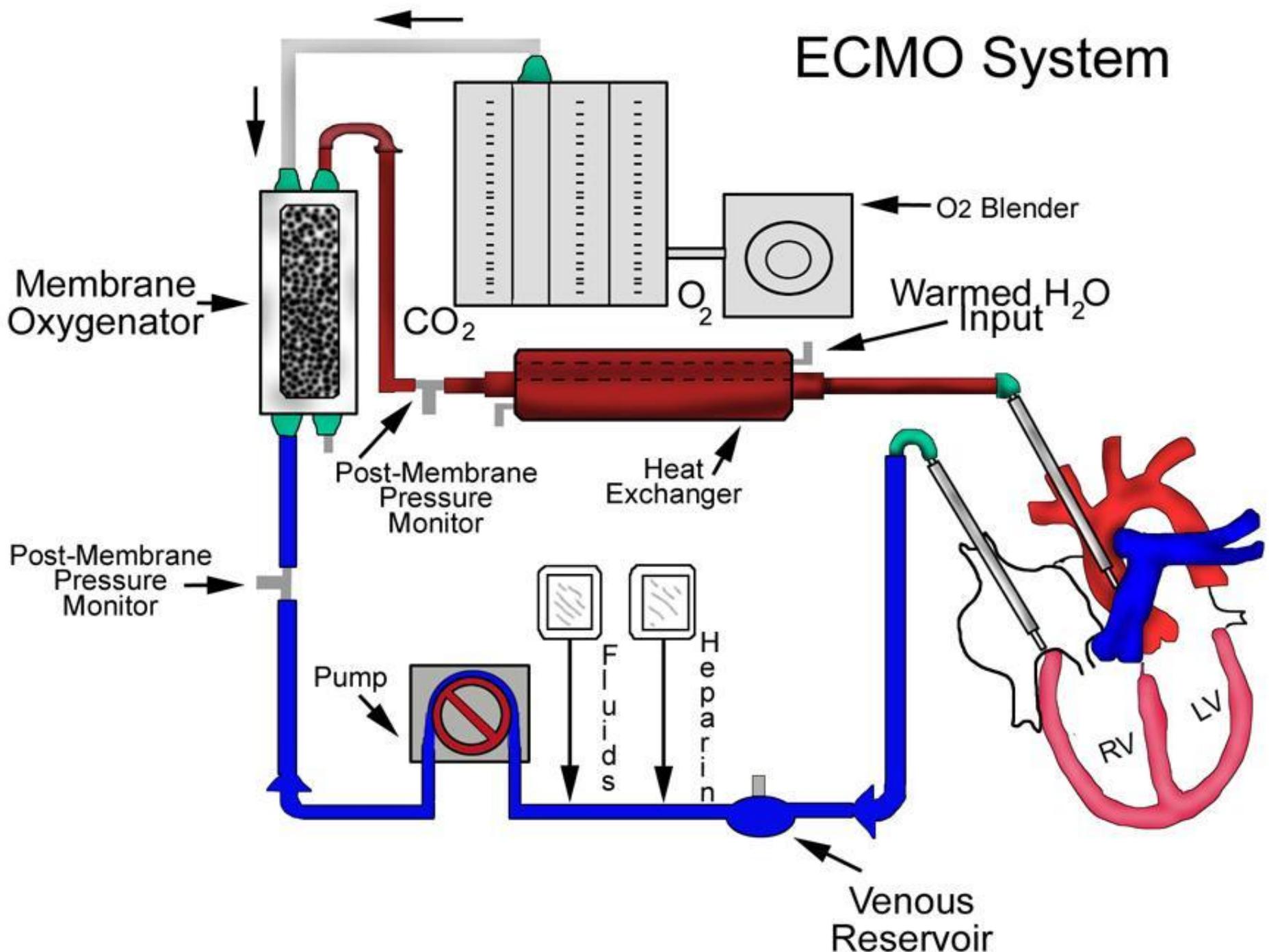
ЭКМО



Схема системы экстракорпорального кровообращения



ECMO System



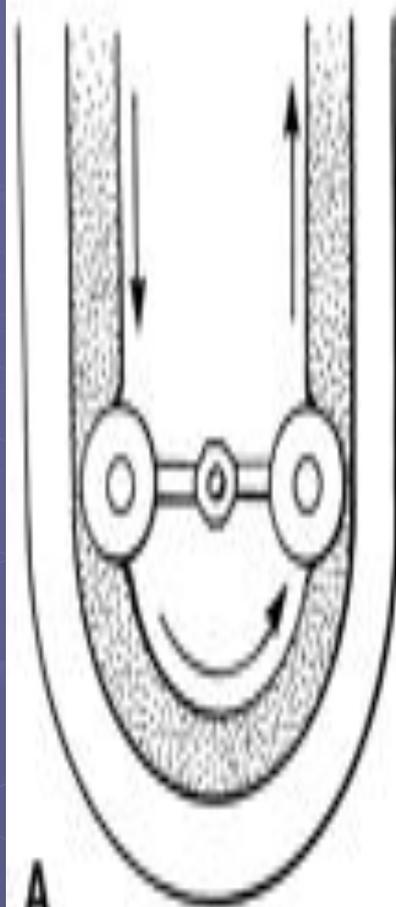
Оборудование ЭКМО

- Канюли для канюляции центральных либо периферических сосудов, и 2-х просветный катетер
- Система магистралей
- Насос. Виды насосов: роликовый (А), центрифужный (В), перистальтический (С)
- ОКСИГЕНАТОР Квадрокс D из поли-4-метил-1-пентена диффузионная мембрана (без микропор)
- Газовый смеситель
- Теплообменник
- Модуль управления (LCD)
- Система безопасности
- Датчики-детекторы воздушных пузырей
- Артериальный фильтр
- Датчики давления
- Непрерывный on-line мониторинг газового состава крови прибором CDI-500

Канюли и 2-х просветный катетер



Насосы

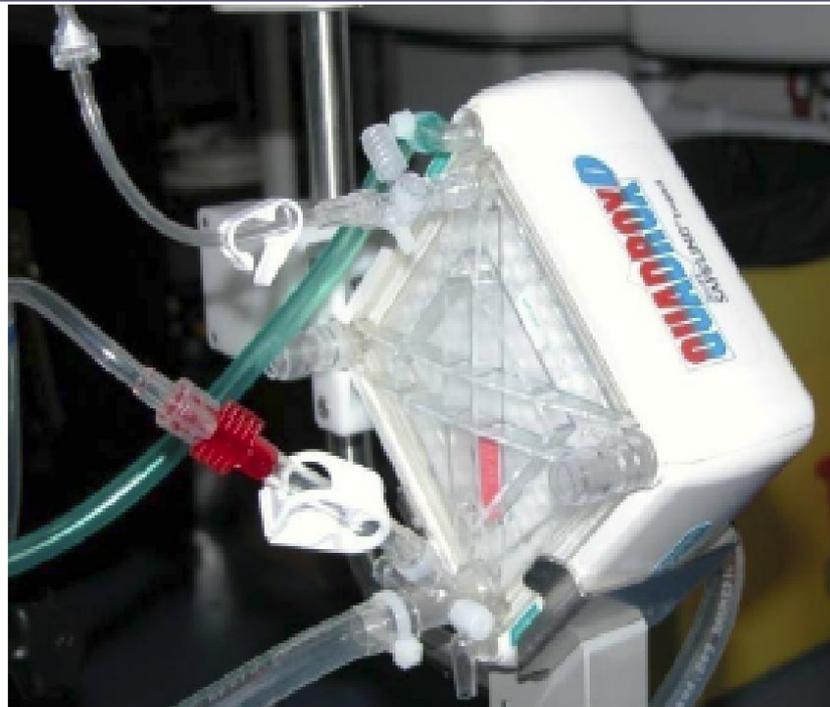


Насос центрифужный

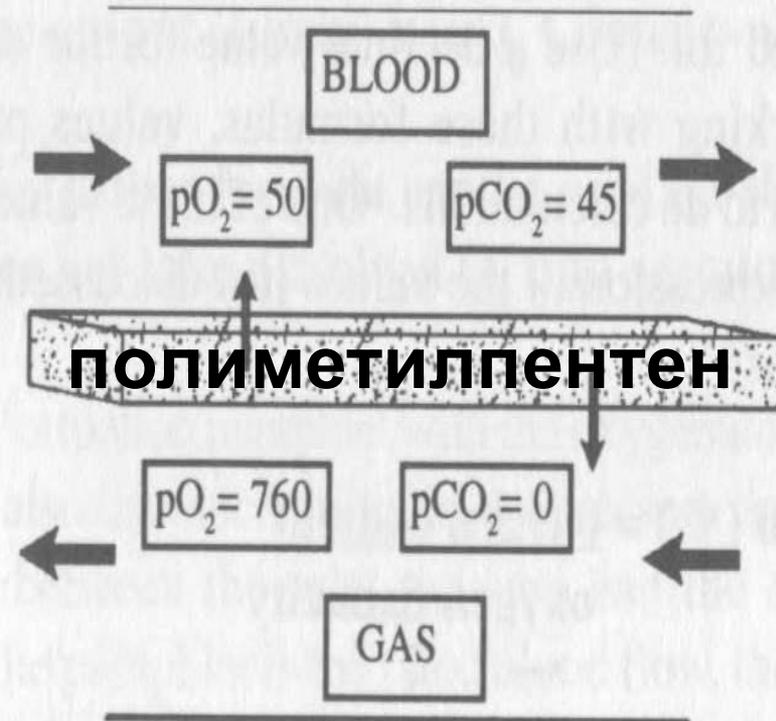


ОКСИГЕНАТОР

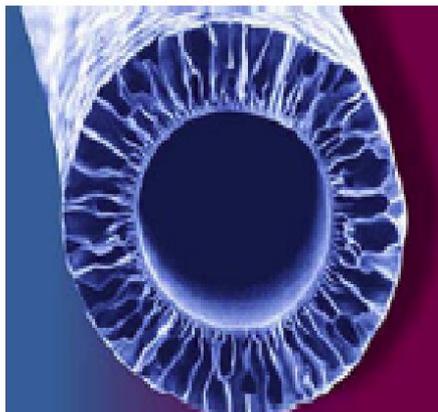
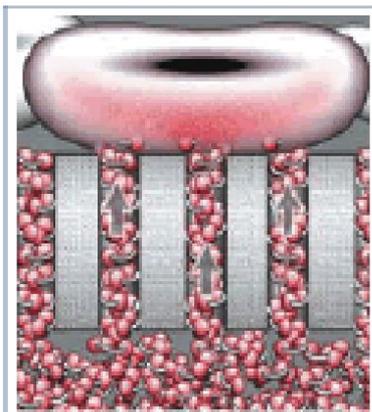
Квадрокс D из поли-4-метил-1-пентена диффузионная мембрана (без микропор).



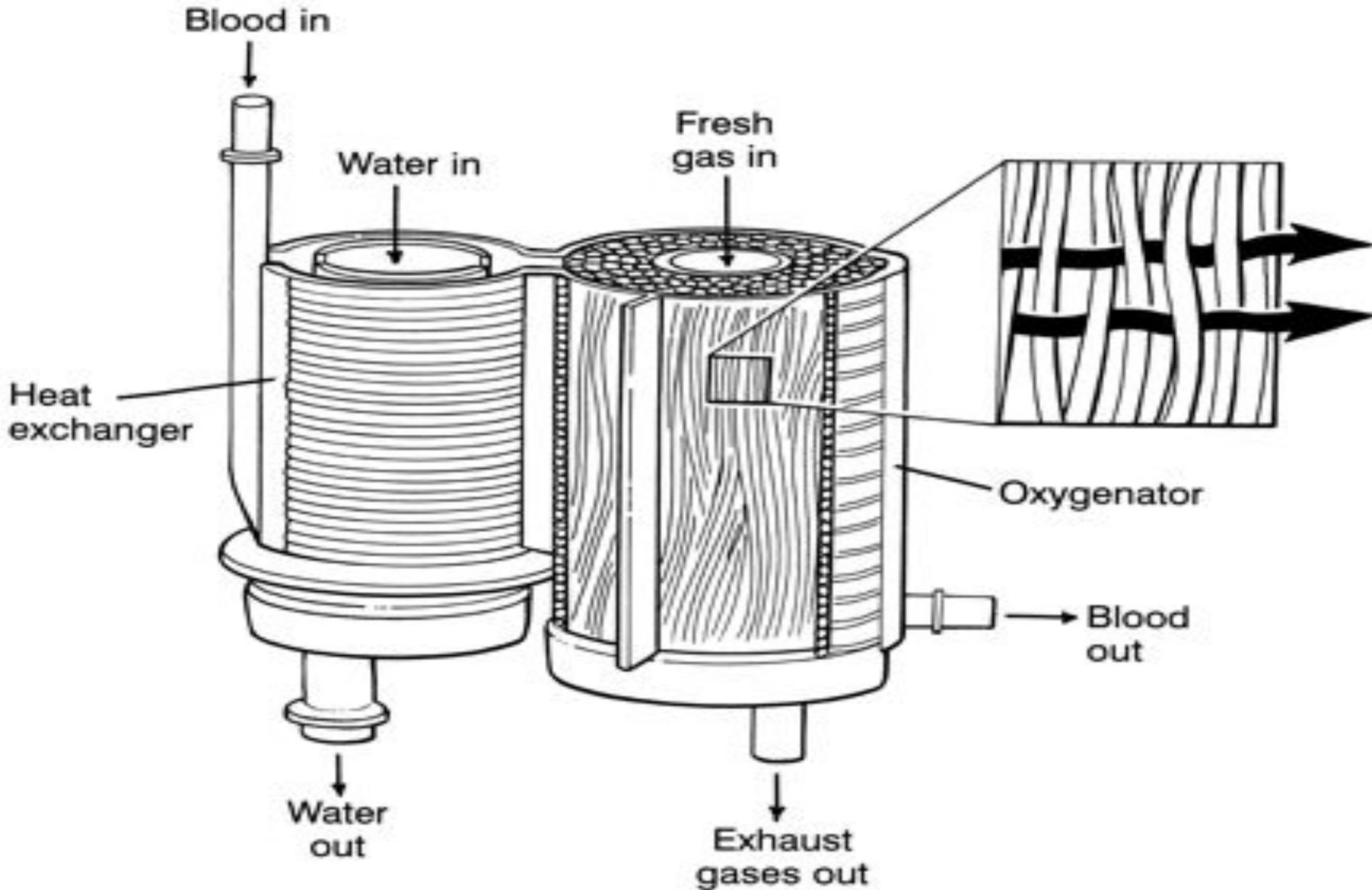
Transfer Rate = Driving Pressure x Permeability
Скорость обмена=давление подачи x проницаемость



pO_2 DRIVING PRESSURE = 710
 pCO_2 DRIVING PRESSURE = 45

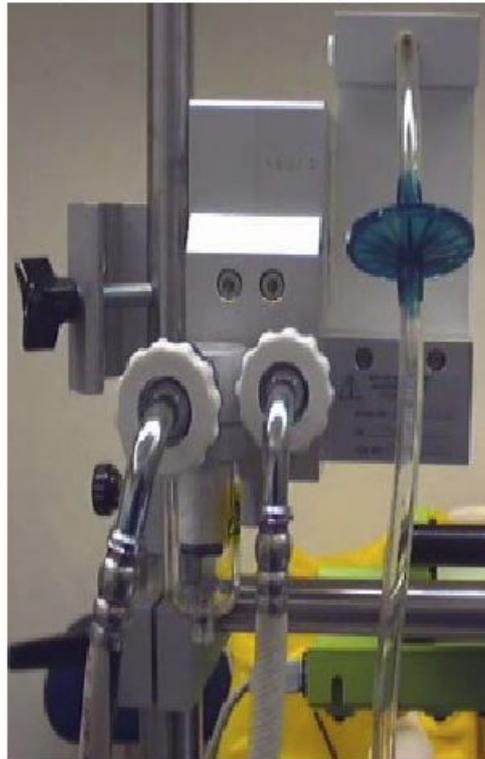


Работа оксигенатора



Газовый смеситель

Gases flow: O₂ / air

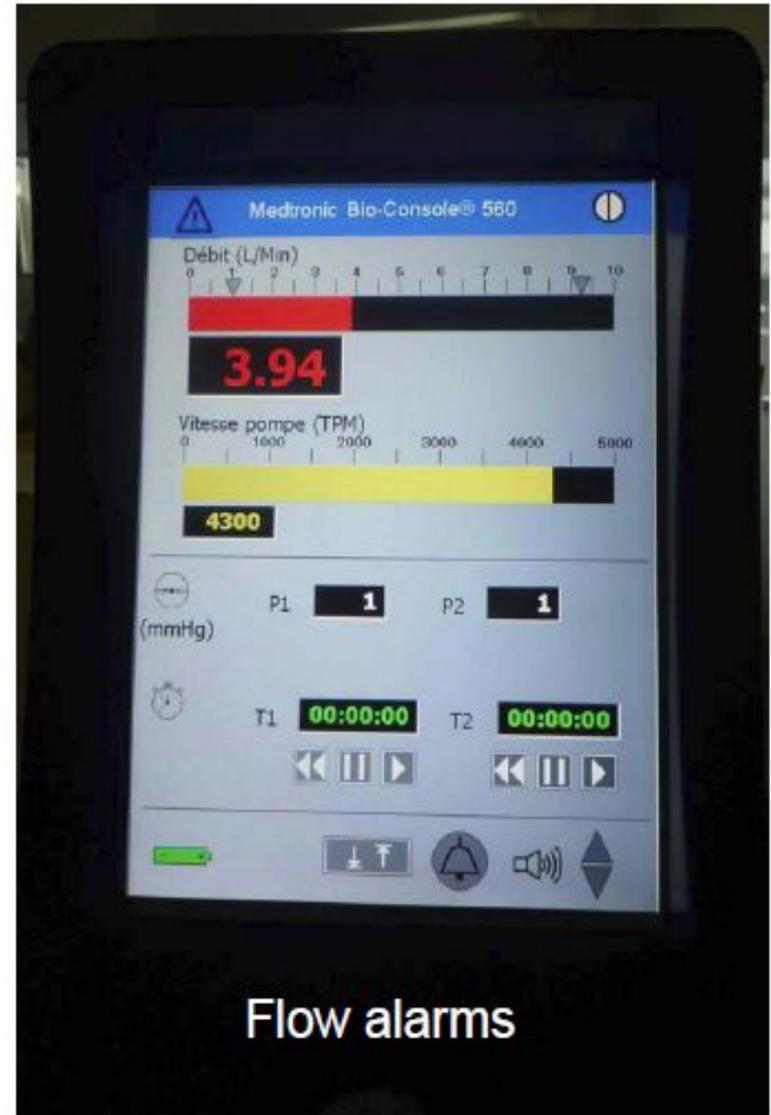


Back side



Front side

Модуль управления (LCD)



Основные отличия экстракорпоральной мембранной оксигенации от стандартного искусственного кровообращения ЭКМО

ЭКМО

- 1. Часто может быть установлено через катетеризацию сосудов шеи, которая может быть выполнена под местной анестезией.
- 2. Используется для долгосрочной поддержки, начиная от 3-10 дней.
- 3. Цель ЭКМО – дать время для собственного восстановления функции легких либо сердца.

Экстракорпоральное кровообращение

- 1. Канюляция проводится трансторакально (стернотомия) в условиях общей анестезии.
- 2. Краткосрочная поддержка на время оперативного вмешательства 0,5-8 часов.
- 3. Цель стандартного ИК – протезирование функции легких и сердца на время кардиохирургического вмешательства.

Показания к ЭКМО

У детей и взрослых кардиальные показания: сердечная недостаточность, которая может развиваться при следующих состояниях:

- После кардиохирургической коррекции (нет возможности отключить ИК)
- После трансплантации сердца, легкого или комплекса сердце-легкие
- Миокардиты, кардиомиопатии
- Как дополнение к сердечно-легочной реанимации

У детей и взрослых респираторные показания, недостаточность функции легких при:

- Пневмонии
- бактериальная
- вирусная
- Легочное кровотечение
- Аспирация
- ОРДС
- Трансплантация легких

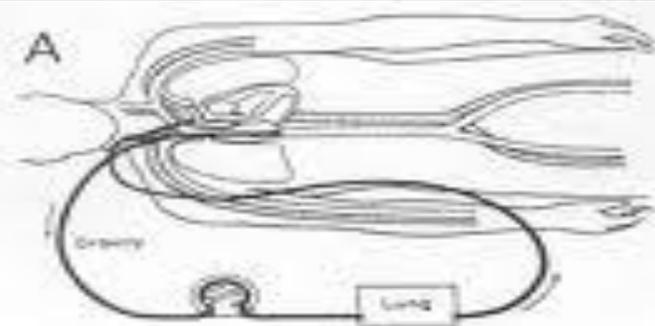
Противопоказания (абсолютные)

- Состояния, при которых антикоагуляционная терапия строго противопоказана;
- Терминальное состояние
- $PaO_2/FiO_2 < 100$ при > 10 дней (> 5 дней взр.);
- ПОН > 2 систем и более;
- Неконтролируемый метаболический ацидоз;
- Иммуносуппрессия;
- Повреждения ЦНС.

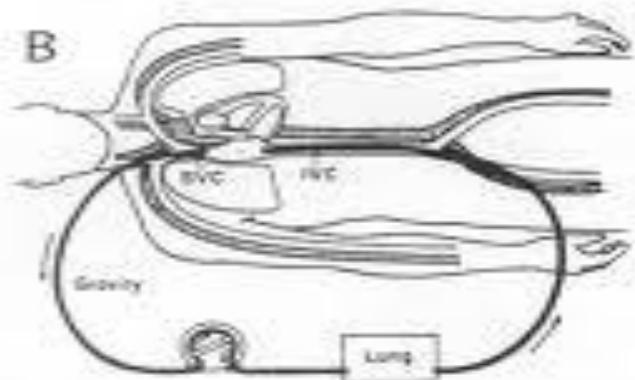
Противопоказания (относительные)

- Длительная ИВЛ более 7-10 дней
- Миокардиальная дисфункция (СИ <3,5) при инотропной поддержке
- Тяжелая легочная гипертензия СрДЛА > 45mmHg или >75% от системного
- Остановка сердца
- Возраст > 65 лет

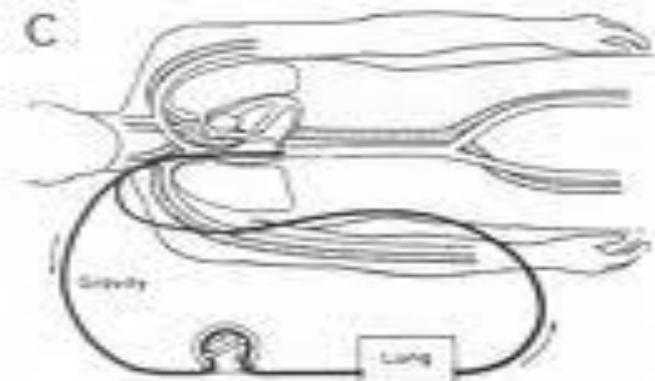
Способы катетеризации (подключение ЭКМО)



A. Вено-артериальное: забор через V. Jugularis intern. dextr. из Atrium dextr. Возврат в Art. Carotis comunis



B. Вено-венозное: забор через V. Jugularis intern. dextr. из Atrium dextr. Возврат в Vena cava inferior. через V. femoralis



C. Вено-венозное: забор через V. Jugularis intern. dextr. из Atrium dextr. Возврат в Ventriculus dextr. через Valvula tricuspidalis (2-ходовой катетер).

Артериовенозная (AV) схема

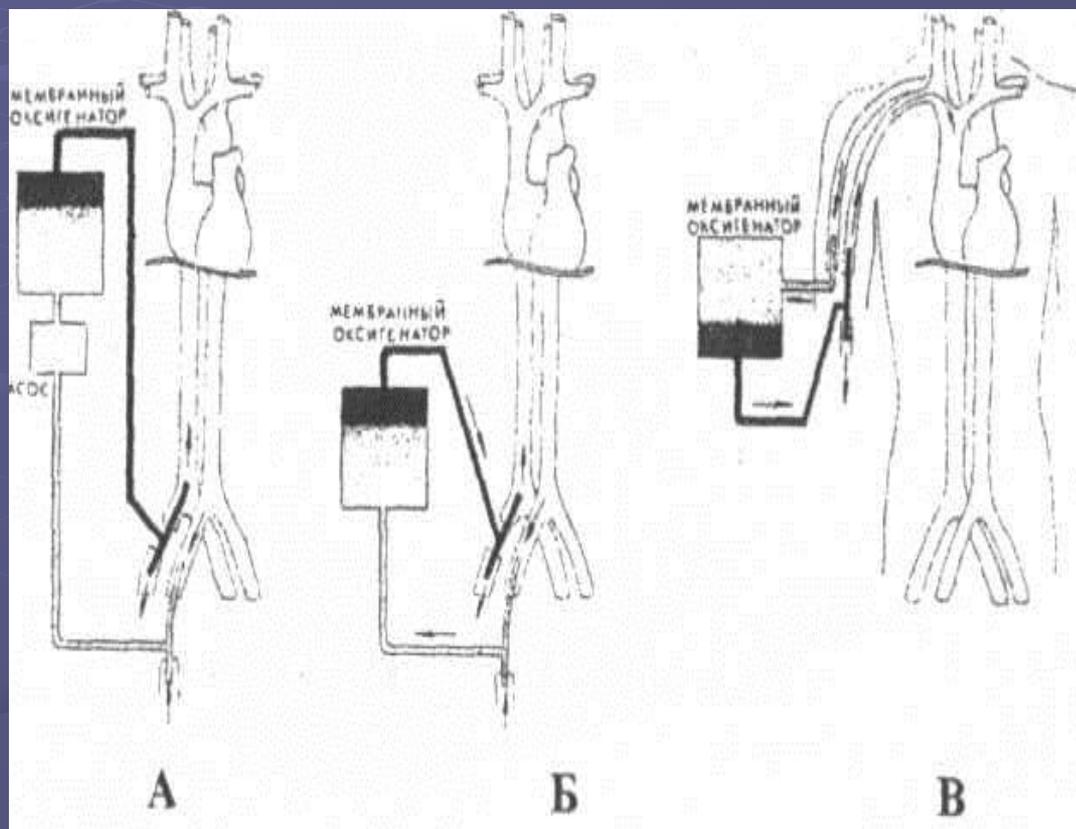
Варианты подключения
ЭКМО по артериовенозной
схеме

А - артериовенозная схема
с насосом (бедренная
артерия-бедренная вена)

Б - артериовенозная схема
без насоса

(бедренная артерия-
бедренная вена)

В - артериовенозная схема
без насоса (лучевая
артерия - лучевая вена)



VA ЕСМО

ПЛЮСЫ:

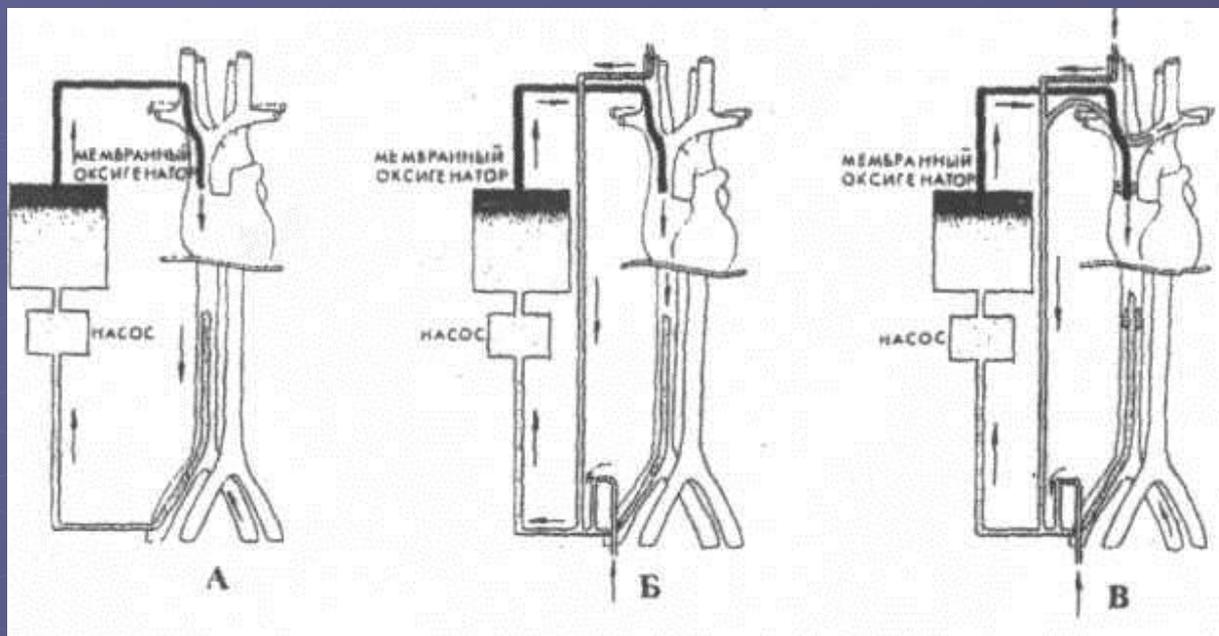
- Обеспечивает сердечно-легочную поддержку
- Уменьшает преднагрузку ПЖ
- Нет риска рециркуляции крови
- Более лучшая доставка кислорода

VA ЕСМО

МИНУСЫ:

- Увеличивает постнагрузку ЛЖ
- Снижает пульсовое давление
- Коронарная оксигенация кровью из ЛЖ
- «Оглушенный миокард»
- Влияет на церебральную ауторегуляцию (ухудшает миогенные реакции церебральных артерий и вызывает нарушения эндотелиальной функции).

Веновенозная (VV схема)



А - дренаж из НПВ, возврат в ВПВ;

Б - дренаж из НПВ и из внутренней яремной вены (ВЯВ), возврат в ВПВ;

В - дренаж из НПВ с обтурирующим баллончиком и ВЯВ, возврат в ВПВ

VV ECMO

ПЛЮСЫ:

- Возможность избежать артериальной канюляции
- Обеспечивает прямую легочную оксигенацию
- Улучшает коронарную оксигенацию
- Уменьшает риск неврологических нарушений
- Поддерживает сердечный выброс
- Можно использовать вазопресоры

VV ЕСМО

МИНУСЫ:

- Может иметь место неадекватная доставка кислорода
- Не обеспечивает прямой поддержки сердца
- Высокий риск рециркуляции

Начало ЭКМО

- • Анестезиологическое пособие+мониторинг
- • Сборка ЭКМО-контура.
- • Заполнение: растворы + препараты крови,
- • Гепарин болюс 50-100 ед/кг, контроль АВСК. АВСК=180-240 сек.
- • Канюляция сосудов, соединение физиологического контура, открытие венозного забора, ЭКМО (насыщение +O₂ и элиминация -CO₂), возврат в сосудистое русло пациента.

Ведение пациента при ЭКМО (1)

Дыхательная система

- IMV с ЧД 10-20*мин. $FiO_2=0,21-0,30$
- PIP=15-25 смH₂O; PEEP=3-5 смH₂O
- Rg-ОГК каждый день
- Строгая легочная гигиена
- Профилактика ателектазов

Ведение пациента при ЭКМО (2)

Гемодинамика

- У новорожденных СрАД 35-60 мм.рт.ст.
- Дети и взрослые СрАД 45-65 мм.рт.ст.
- При необходимости коррекция за счет седации, аналгезии, миорелаксации, вазопрессоров, гипотензивных препаратов.

Ведение пациента при ЭКМО (3)

Аналгезия и седация

- Канюляция принятые стандарты (морфин, мидазолам).
- При ЭКМО (морфин, мидазолам, при необходимости мышечные релаксанты (панкуроний), противосудорожные (фенобарбитал).
- Деканюляция. Принятые стандарты.

Ведение пациента при ЭКМО (4)

Лабораторные исследования

- АЧТВ*1ч.
- ОАК+Тр, электролиты, Лактат, Глюкоза *8ч.
- Фибриноген *12-24 ч.
- Биохимия *12 ч.
- Посев крови до АБТ, ч/з 24 ч. И если будет сепсис.
- Аспират из трахеи до АБТ, ч/з 24 ч. И если будет сепсис

Ведение пациента при ЭКМО (5)

Система крови

- Er- масса 20 ml/kg если Hct < 35. Hb=120-150
- Криопреципитат 1 ЕД/кг, если Фибриноген < 150 mg/dL.
- СЗП 10 mL/kg если ПВ > 17
- Альбумин если в сыворотке < 2.5.
- Тромбоциты должны быть >100

Ведение пациента при ЭКМО (6)

Водный баланс

- В первые 24-48 часов ЭКМО имеет место олигурия и острый тубулярный некроз связанные с капиллярной утечкой и потерей внутрисосудистого объема т.к. контакт с чужеродной поверхностью вызывает СВО, что приводит к задержке жидкости.
- Через 48 часов начинается диуретическая фаза
- Поддержание диуреза 1 mL /kg/час
- Если олигурия 48-72 ч. то
- Использовать диуретики
- или включить в контур **ГЕМОФИЛЬТРАЦИЮ** или **ГЕМОДИАЛИЗ**
- Поддержание отрицательного баланса (в разумных рамках).

Ведение пациента при ЭКМО (6)

Профилактика инфицирования

Ampicillin

- если < 14 дней 150 mg/kg IV через 12 h
- если >14 дней 50 mg/kg IV через 6 h

Oxacillin

- если <14 дней 50 mg/kg IV через 12 h
- если >14 дней 50 mg/kg IV через 6 h

Cefataxime

- если <14 дней 50 mg/kg IV через 12 h
- если >14 дней 50 mg/kg IV через 8 h

Завершение процедуры ЭКМО

Возможно при:

- Восстановлении функций
- Отсутствии отека легких

Далее:

- Снизить объем экстрацеллюлярной жидкости
- Снизить общий объем жидкости тела
- Снизить постепенно производительность ЭКМО (10-20 мл/кг/мин) + разумные вентиляционные настройки
- Остановка на 5-10 мин. Оценка кардиореспираторной функции и принятие решения.
- Деканюляция, сосудистая реконструкция.
- Контрольные исследования.

Осложнения при ЭКМО.

Неврологические:

- Нарушения мозгового кровообращения
- Судороги

Геморрагические:

- Гемолиз
- Коагулопатия потребления
- Тромбоцитопения
- Кровотечение в полости, в месте канюляции

Осложнения при ЭКМО.

Ренальные:

Олигурия (обычно вначале ЭКМО)

Острый тубулярный некроз

ЖКТ:

- Геморраж (в результате стресса, ишемии)
- Прямая гипербилирубинемия, желчные камни (при гемолизе, длительном голодании, полном парентеральном питании, приеме диуретиков).

Осложнения при ЭКМО.

Механические:

- Повреждение сосудов при канюляции
- Тромбообразование в контуре ЭКМО
- Воздушная и материальная эмболии
- Разрыв контура ЭКМО
- Отказ системы безопасности и мониторинга
- Снижение функции оксигенатора
- Отказ работы насоса
- Отказ работы теплообменника

Осложнения при ЭКМО.

- Септические осложнения
- Водно-электролитные расстройства

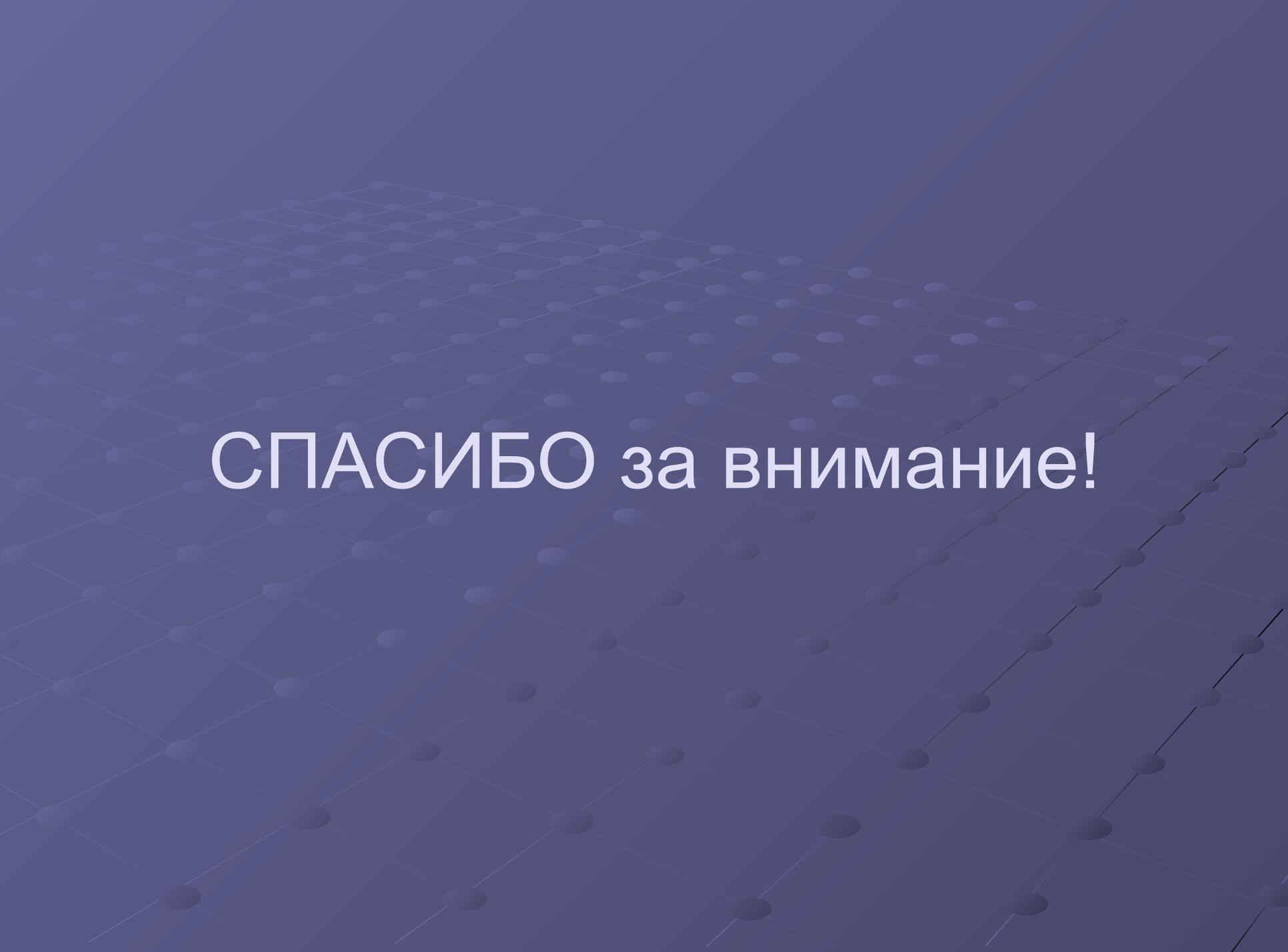
Осложнения при ЭКМО.

Сердечно-сосудистые:

- Оглушенный миокард (снижение ФУ более чем на 25% от исходного и возвращается к норме спустя 48 часов)
- Гипертензия – риск кровотечения и ОНМК
- Аритмии
- Тампонада перикарда

Легочные:

- Пневмоторакс
- Легочное кровотечение



СПАСИБО за внимание!