

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА I. Теория ЭКМО.....	5
1. ЭКМО. Определение.....	5
2. Варианты ЭКМО	6
3. Канюляция	10
ГЛАВА II. Показания.....	12
ГЛАВА III. Противопоказания.....	15
ГЛАВА IV. Условия проведения	19
ГЛАВА V. Подготовка	23
ГЛАВА VI. Начало ЭКМО	27
ГЛАВА VII. Управление ЭКМО.....	28
1. Мониторинг	28
2. Управление антикоагуляцией.....	30
3. Целевые контрольные точки	31
4. Документация и протоколы.....	32
5. Стратегия ИВЛ	32
6. Уход за больным на ЭКМО.....	33
7. Сердечно-легочная реанимация при ЭКМО	34
8. Транспортировка	38
ГЛАВА VIII. Отлучение от ЭКМО.....	39
ГЛАВА IX. Осложнения и технические вопросы, связанные с проведением ЭКМО	42
1. Кровотечение.....	42
2. Гемолиз	43
3. Снижение объемной скорости перфузии.....	44
4. Гипоксемия	45
5. Инфекционные осложнения.....	46
6. Непреднамеренная деканюляция	47

7. Повреждение целостности контура ЭКМО	47
8. Воздушная эмболия	48
9. Нарушение функции или повреждение оксигенатора	49
10. Остановка насоса.....	52
11. Ишемия конечности при периферической В-А ЭКМО	52
12. Объемная перегрузка левого желудочка	54

ГЛАВА X.

Правила безопасного ведения пациента при ЭКМО.....	56
--	----

ГЛАВА XI.

Клиническая фармакокинетика при ЭКМО.....	57
---	----

Литература	58
Приложения	62
Список сокращений.....	71

2. Варианты ЭКМО

• **Вено-венозная (В-В) ЭКМО** используется для поддержания функции газообмена у пациентов с дыхательной недостаточностью, рефрактерной к искусственной вентиляции легких (ИВЛ), либо при невозможности ее адекватного проведения [3].

Принцип: венозная кровь пациента из крупного сосуда активно, с помощью насоса, нагнетается в оксигенатор, в мембране которого осуществляется газообмен (декарбонизация и оксигенация), и возвращается в правое предсердие к трикуспидальному клапану опосредованно, через малый круг, повышая общее содержание кислорода за счет максимальной артериализации венозной крови, оптимизируя доставку кислорода из-за увеличения его поступления, и создавая условия для осуществления протективной ИВЛ (рис.2).

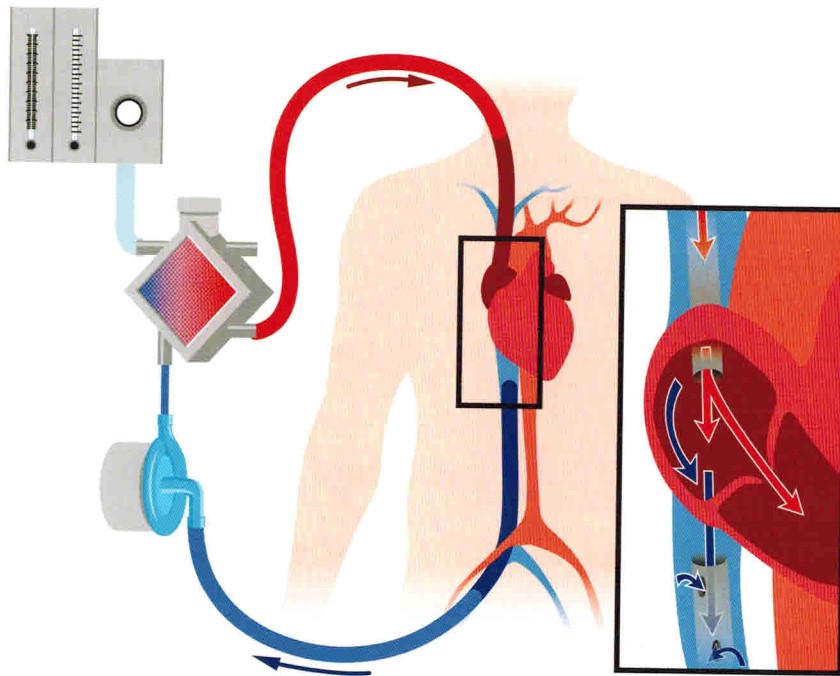


Рис. 2.
Схема вено-венозного (кавально-предсердного)
подключения ЭКМО

Используются два сосудистых доступа для дренирования и возврата крови. Применяя специальную двухпросветную канюлю, можно обойтись одним доступом: яремным или бедренным, в зависимости от типа канюли (рис.3).

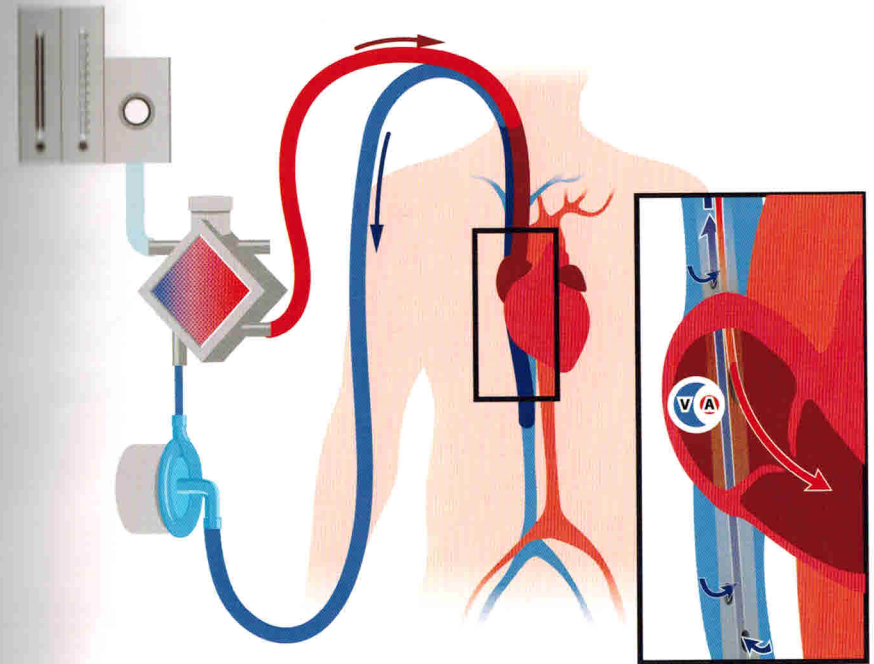


Рис. 3.
Схема вено-венозного (бикавального) подключения ЭКМО

Традиционно такой вариант поддержки называют «респираторным». Вено-венозная ЭКМО *полностью не замещает* функцию легких, поскольку всегда допускает примешивание деоксигенированной венозной крови в гемоциркуляцию малого круга кровообращения.

• **Вено-артериальная (В-А) ЭКМО** используется для поддержания кровообращения и газообмена у пациентов с сердечной и/или легочно-сердечной недостаточностью, рефрактерной к инотропной терапии, внутриаортальной баллонной контрпульсации (ВАБК) и ИВЛ.

Принцип: венозная кровь пациента активно забирается из крупной вены или правого предсердия и с помощью насоса через оксигенатор возвращается в артериальное русло, таким образом полностью или частично, в зависимости от производительности, замещая насосную функцию сердца с поддержанием адекватного газообмена (рис. 4).

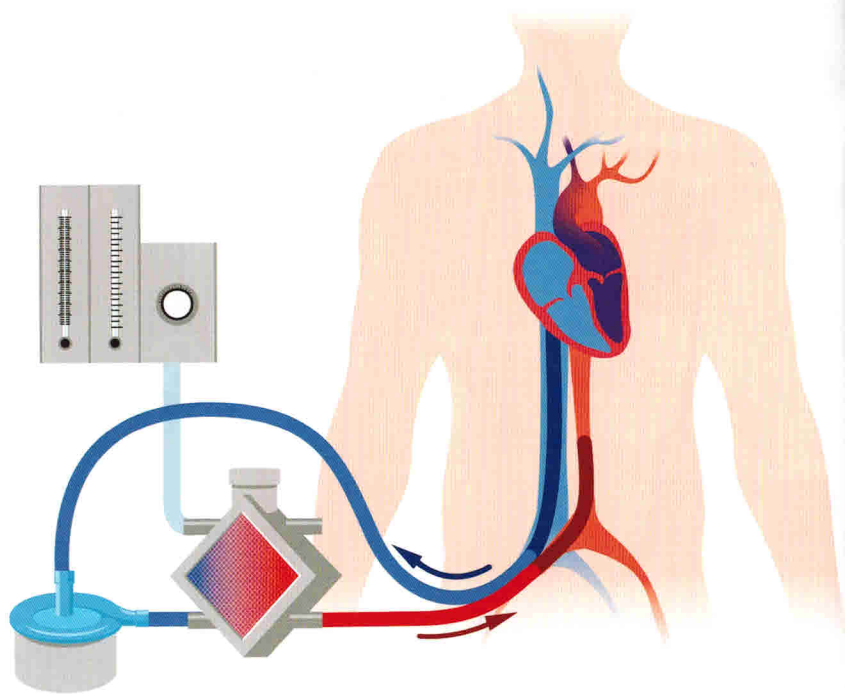


Рис. 4.
Схема периферического вено-артериального подключения ЭКМО

крови через оксигенатор (и эффективность газообмена) будут определяться сердечным выбросом пациента и потоком газа в оксигенатор. Эксклюзивным вариантом использования этого метода является инвазивное хирургическое подключение по схеме «легочная артерия – левое предсердие» при респираторной дисфункции ожидания трансплантации легких.

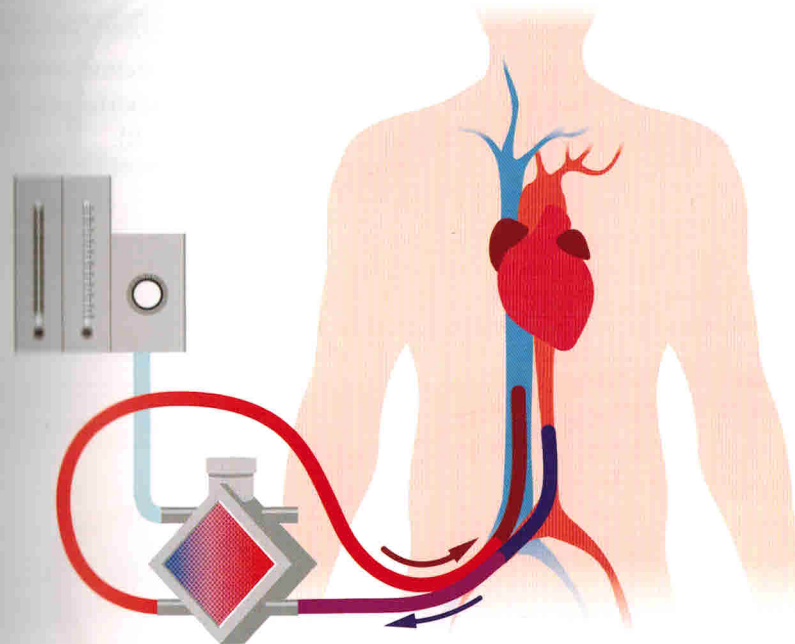


Рис. 5.
Схема артерио-венозного самопоточного периферического подключения ЭКМО

• **Артерио-венозная (А-В) ЭКМО** (самопоточная ЭКМО, PECLA) применяется для выведения из организма углекислого газа при его задержке и развитии респираторного ацидоза.

Принцип: артериальная кровь самотеком (пассивно) поступает в оксигенатор, где происходит удаление углекислого газа и затем возвращается в венозное русло (рис. 5). Объемная скорость прохождения

3. Канюляция (сосудистый доступ)

Существуют три основных пути для доступа к крупным магистральным кровеносным сосудам [32, 33]:

- Чрескожная канюляция – осуществляется по методике Сельдингера с использованием дилататоров (рис. 6).
- Периферическая хирургическая канюляция – метод открытого хирургического доступа в местах проекции крупных сосудов (рис.7).
- Центральная хирургическая канюляция – метод, используемый в кардио- и торакальной хирургии при стерно- или торакотомии. Канюлируются восходящая аорта и правое предсердие (рис.8).

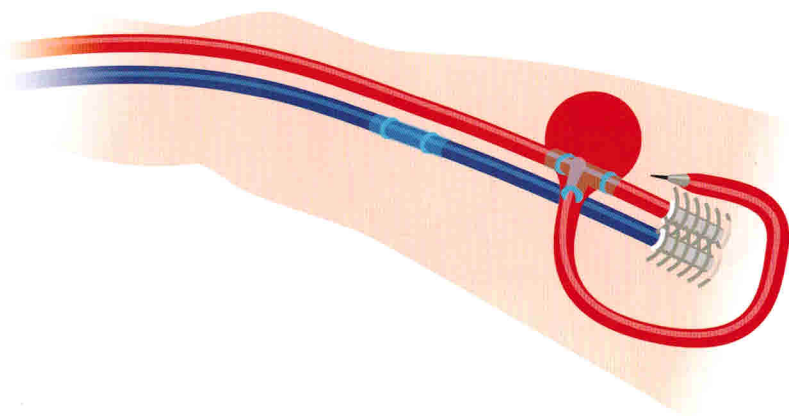


Рис. 6.
Схема периферической чрескожной бедренной канюляции В-А ЭКМО с шунтом дистальной перфузии конечности

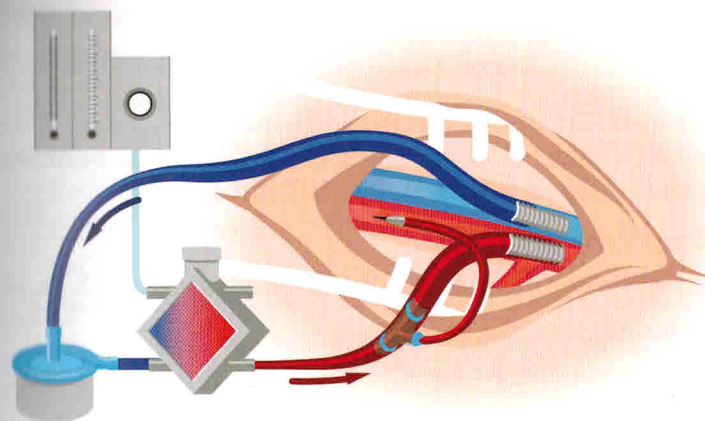


Рис. 7.
Схема В-А ЭКМО с открытой канюляцией бедренных сосудов

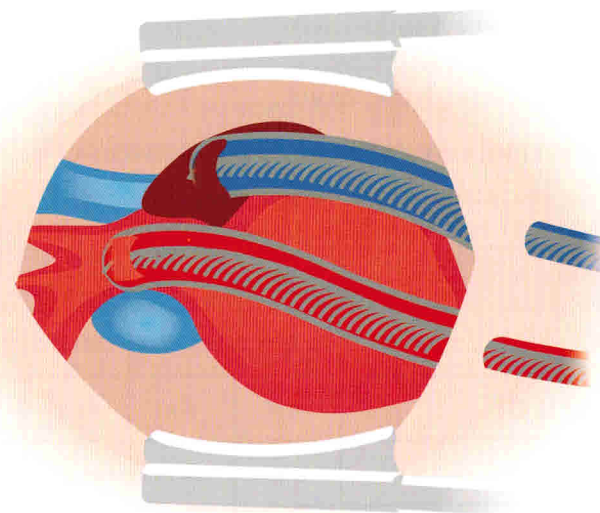


Рис. 8.
Схема центральной хирургической канюляции В-А ЭКМО

ГЛАВА IX.

ОСЛОЖНЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПРОВЕДЕНИЕМ ЭКМО

Все неотложные состояния требуют общего информирования с привлечением помощи дежурной бригады ОРИТ, перфузионистов, при необходимости — сердечно-сосудистых хирургов. Разрешение неотложных состояний и аварийных ситуаций во время ЭКМО возможно только благодаря слаженным совместным, доведенным до автоматизма действиям персонала.

1. Кровотечение

Причинами кровотечений могут быть технические особенности, недостаточный хирургический гемостаз, повреждение магистральных сосудов при канюляции на фоне введения гепарина, спонтанные геморрагии при дефиците факторов свертывания и развитии тромбоцитопении.

Порядок действий, не связанный с разрешением хирургических проблем, следующий:

- При выявлении: прекращается введение гепарина (контур ЭКМО с биосовместимым гепариновым покрытием может быть использован без гепарина в течение суток). Избегается введение протамина из-за его влияния на контур циркуляции.

- Меры при отсутствии хирургического источника:

- криопреципитат до достижения уровня фибриногена более 1,5;
- тромбоконцентрат до повышения числа тромбоцитов более 80.000;
- свежезамороженная плазма до уровня МНО менее 1,3;
- транексамовая кислота;
- препараты плазменных факторов свертывания используются по показаниям при предшествующей или потенциально массивной трансфузии.

- Следует избегать инвазивных процедур и операций. При крайней необходимости введение гепарина прекращается за 4 часа до воздействия.

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

2. Гемолиз

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.

Причины:

- высокая объемная скорость перфузии, несоответствующая размеру канюль;
- перфузия с высоким отрицательным давлением в отточной (дренажной) канюле и магистрали;
- неадекватный венозный возврат с уплощением и «биением» венозной магистрали;
- тромбоз контура ЭКМО на любых уровнях;
- неприемлемое расположение магистралей, перегиб («кин-кинг»), высокий уровень расположения центрифужной головки относительно пациента.

Признаки, помимо увеличения уровня свободного гемоглобина:

- красный цвет мочи,
- гиперкалиемия,
- почечная недостаточность,
- желтуха.

Меры воздействия:

- поддержание оптимального волемического, гипокоагуляционного статуса;
- соответствие скорости перфузии размеру канюль;
- своевременная диагностика расположения канюль, их тромбоза;
- правильное расположение центрифужной головки, магистралей;
- визуальный осмотр контура для выявления тромбов и своевременной смены системы;

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

3. Снижение объемной скорости перфузии (потока)

Снижение эффективной скорости потока во время процедуры ЭКМО является следствием нарушенного венозного возврата или повышением сопротивления потоку. Это может быть связано с гиповолемией, дислокацией дренажной канюли, перегибом («кинкинг») или внешним сдавлением магистралей, ограничением оттока по венозной канюле высоким внутрибрюшным давлением, попаданием воздуха в венозную линию контура, тромбозом системы. Так же причинами снижения потока при равной производительности могут быть высокая постнагрузка при вазоспазме и восстановлении контрактильности миокарда, возбуждение пациента, перераспределение объемов при нарушениях сердечного ритма. Все вышеперечисленные факторы создают условия для изменения градиента давления на разных участках экстракорпоральной циркуляции, что приводит к травме форменных элементов крови и неэффективности метода. С этой целью показатели давления внутри контура должны мониторироваться непрерывно.

Мерами оптимизации являются:

- поддержание нормоволемии,
- подбор оптимальной производительности насоса,
- нормализация постнагрузки, контрактильности, сердечного ритма,
- подбор правильного положения пациента, канюль и магистралей,
- адекватная седация и миоплегия,
- исключение тромбоза, эмболизации в контуре ЭКМО,
- контроль внутрибрюшного давления.

При безуспешности мер и сохранении недостаточного венозного возврата необходимо рассмотреть вариант установки дополнительной дренажной (отточной) канюли из другого доступа.

4. Гипоксемия

В-В ЭКМО. При выходе из оксигенатора парциальное напряжение кислорода составляет порядка 400-500 мм рт.ст. с сатурацией 100%. В правом предсердии происходит примешивание оттекаемой к сердцу венозной крови пациента, после чего она попадает в систему легочной артерии и легочные капилляры, а затем в левые отделы сердца и большой круг кровообращения. Таким образом, в лучевой (общей сонной) артерии эти показатели составят примерно 55-90 мм рт.ст. и 88-95% соответственно. Поскольку вено-венозная ЭКМО *полностью не замещает функцию легких*, их функциональное состояние, состояние сократительной функции миокарда и малого круга кровообращения (степень легочной гипертензии) могут оказывать влияние на кислородный статус.

Проявлениями гипоксемии являются:

- снижение SpO_2 ,
- рост лактата,
- цианоз,
- прогрессирующий метаболический ацидоз,
- признаки развивающейся органной дисфункции.

Меры профилактики гипоксемии при В-В ЭКМО:

- поддержание уровня гемоглобина выше 100 г/л,
- увеличение объемной скорости перфузии, как детерминанты интенсивности доставки кислорода,
- мониторинг оксигенирующей функции контура,
- уменьшение потребления кислорода адекватной седацией, поверхностной гипотермией,
- оценка сократительной функции миокарда, степени легочной гипертензии.

До устранения причины показано временное изменение параметров ИВЛ (ВВЛ): увеличение FiO_2 , оптимальный РЕЕР и др.

В-А ЭКМО.

Развитие гипоксемии при периферическом варианте подключения связано с ухудшением оксигенирующей функции легких и/или как ни парадоксально, с улучшением сократимости миокарда. Гипоксемия