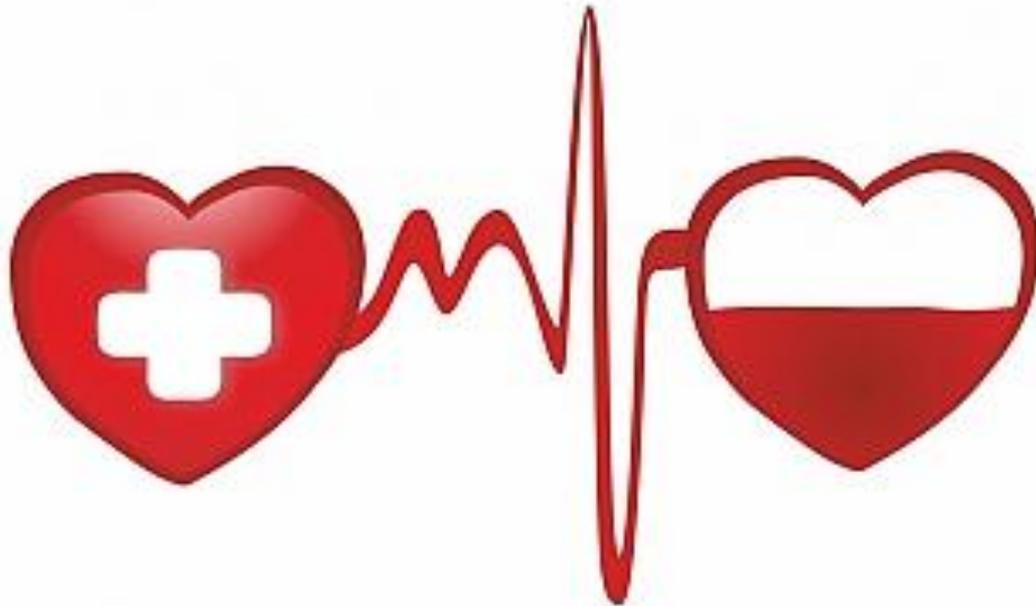


Школа биомедицины
Департамент клинической медицины

Экстракорпоральная гемокоррекция



Лекция для студентов
5 курса

ОП «Медицинская
биофизика»

Д.м.н. профессор Усов В.
В.

- **Цель лекции:** Исследовать современные технологии в трансфузиологии
- **Задачи лекции:** Изучить
 1. Методы гемокоррекции, применяемые для лечебных целей
 2. Основную медицинскую аппаратуру, применяемую для гемокоррекции

Экстракорпоральная гемокоррекция - это совокупность лечебных мероприятий, направленных на очищение крови или модификацию ее компонентов с целью нейтрализации или удаления патологических субстанций, вызывающих или поддерживающих патологический процесс.

Синонимы — эфферентная терапия (выводящая из организма вредные вещества, от латинского efferens — **ВЫВОДИТЬ**)

Методы гемокоррекции

1. Аферезные методы

- Плазмаферез (мембранный , гравитационный)
- Цитаферез
- Каскадная фильтрация плазмы
- Кривоаферез
- Иммуносорбция
- Реоаферез
- Липидная фильтрация

2. Сорбционные методы

- Гемосорбция
- Плазмосорбция

3. Диализные методы

- Гемодиализ

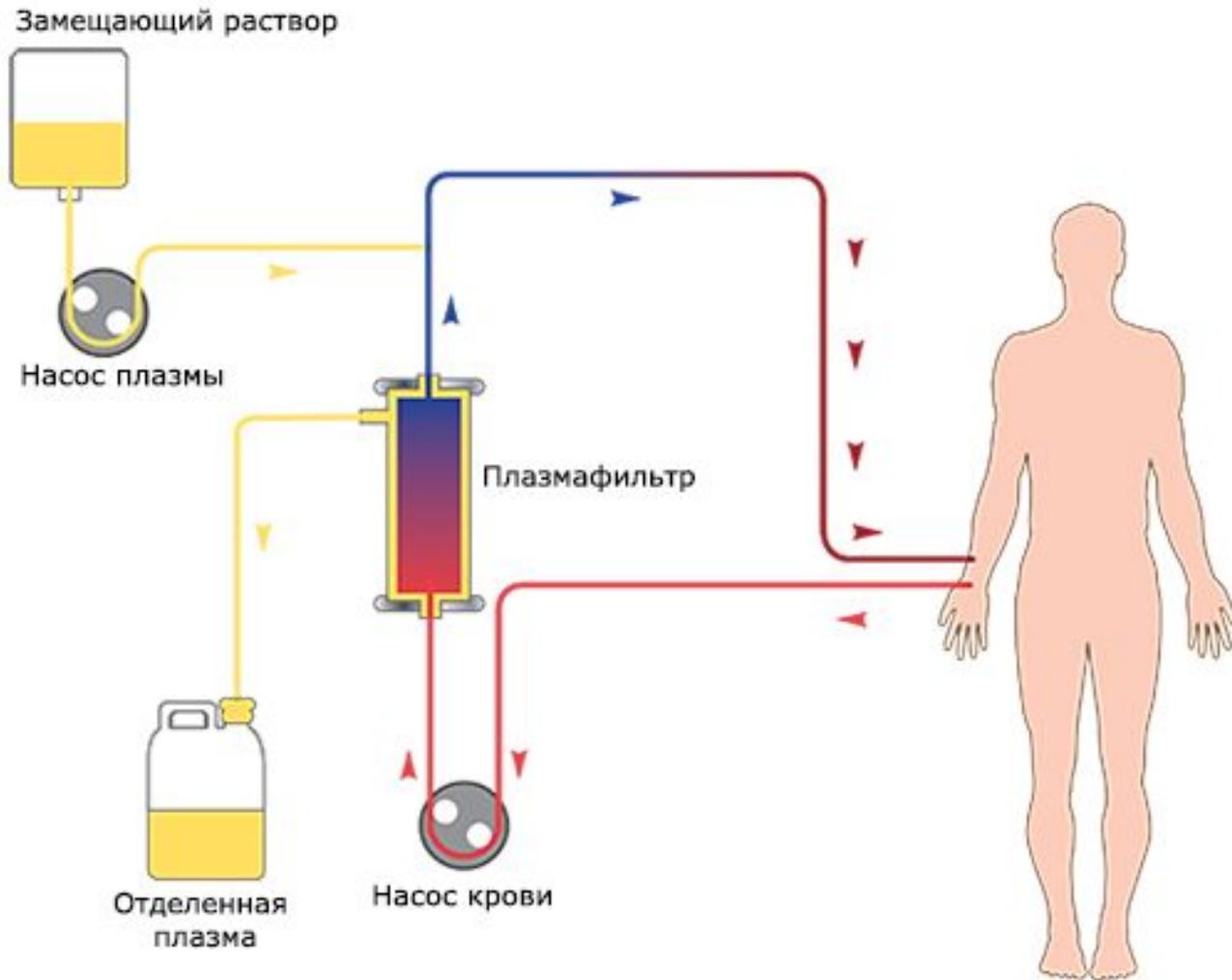
4. Фотогемотерапия

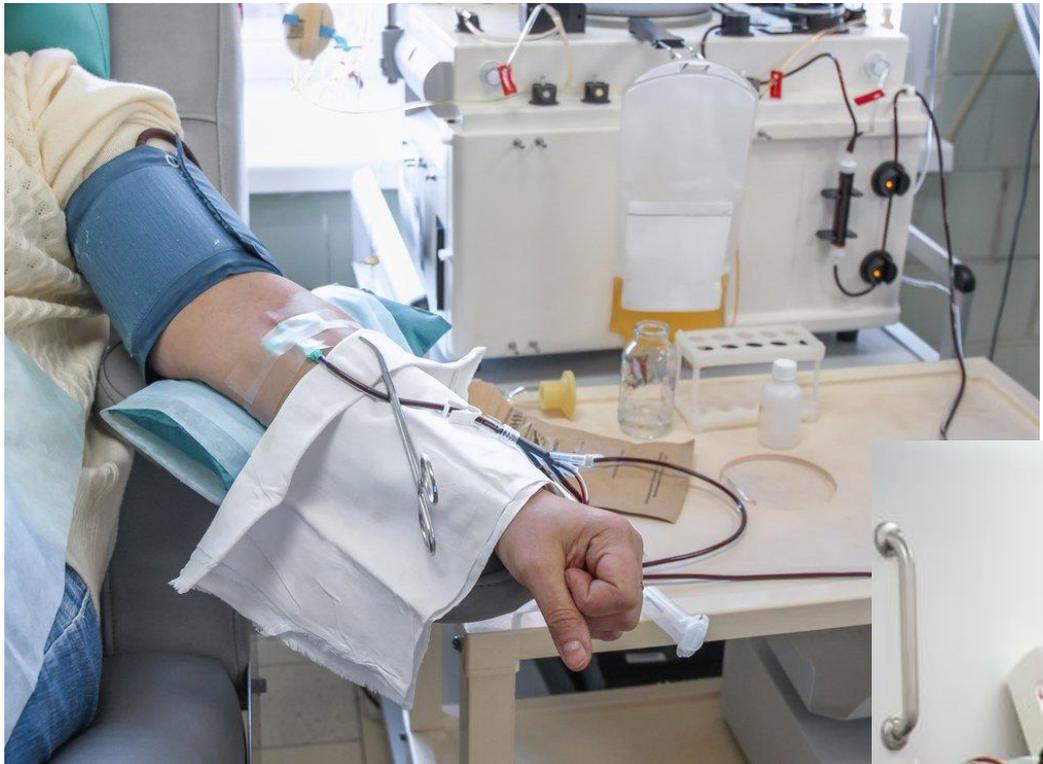
- Ультрафиолетовое облучение крови
- Низкоинтенсивная лазерная гемотерапия

Лечебный плазмаферез

- Метод, основанный на выведении из организма различных патологических продуктов (токсических или балластных элементов) путём удаления плазмы крови.

Плазмаферез







Аппарат для мембранного лечебного и (или) донорского плазмафереза АМПлд-\"ТТ\" (торговая марка «ГЕМОФЕНИКС»).

Непрерывный процесс мембранного плазмафереза проводится по **одноигольной схеме** в стерильном экстракорпоральном контуре однократного применения. В течение процедуры форменные элементы возвращаются в кровяное русло пациента, плазма собирается в специальный приёмник, проводится плазмозамещение.



Аппараты мембранного плазмафереза



Аппарат для плазмафереза
«Гемофеникс» в сборе



Аппарат для плазмафереза
«Гемофеникс» в кейсе



Аппарат «Гемма» предназначен для проведения мембранного плазмафереза и других процедур эфферентной терапии: гемосорбции, плазмосорбции, изолированной ультрафильтрации, активной инфузии, гемоперфузии, плазмообмена, эритроцитафереза, гемофильтрации, оксигенации, электрохимического окисления крови и др.

Аппарат предназначен для проведения операций плазмафереза у больных с целью детоксикации, коррекции иммунитета и агрегатного состояния крови и у доноров с целью заготовки плазмы.

Аппарат «Гемма» может работать как по одноигольной схеме подключения, когда забор и возврат крови производится в одну вену пациента, так и по двухигольной схеме подключения – в этом случае забор крови производится из одной вены, а возврат – в другую.

Удаляемые компоненты плазмы	Заболевания
Иммуноглобулины	Миеломная болезнь, демиелинизирующая полинейропатия, антифосфолипидный синдром, ревматоидный артрит
Липопротеиды	Наследственные формы гиперхолестеринемии и дислипидемии
Токсины с высоким сродством к белкам плазмы	Отравление бледной поганкой, отравление гербицидами, сульфаниламидами, нитратами и нитритами
Патологические белки плазмы - продукты гемолиза или тканевого распада	Острый внутрисосудистый гемолиз - переливание несовместимой крови, краш-синдром, отравление барбитуратами, аспирином
Избыточные продукты распада молекул-компонентов свертывающей	ДВС-синдром, тромботическая тромбоцитопеническая пурпура



Аппарат для плазмафереза методом центрифугирования ПФ-0,5-04



Особенности аппарата:
высокое качество получаемой плазмы

Габаритные размеры, мм 500x425x470
Масса, кг 45

Аппарат для плазмафереза методом центрифугирования ПФ-0,5-04
Аппарат предназначен для проведения лечебного непрерывного плазмафереза в стерильном экстракорпоральном контуре. Классическая и наиболее простая двухигольная схема плазмафереза. Кровь пациента через трубку сразу поступает в центрифугу, где разделяется на жидкую часть и клетки. Последние сразу же смешиваются с кровезаменителями и возвращаются в сосуды пациента.

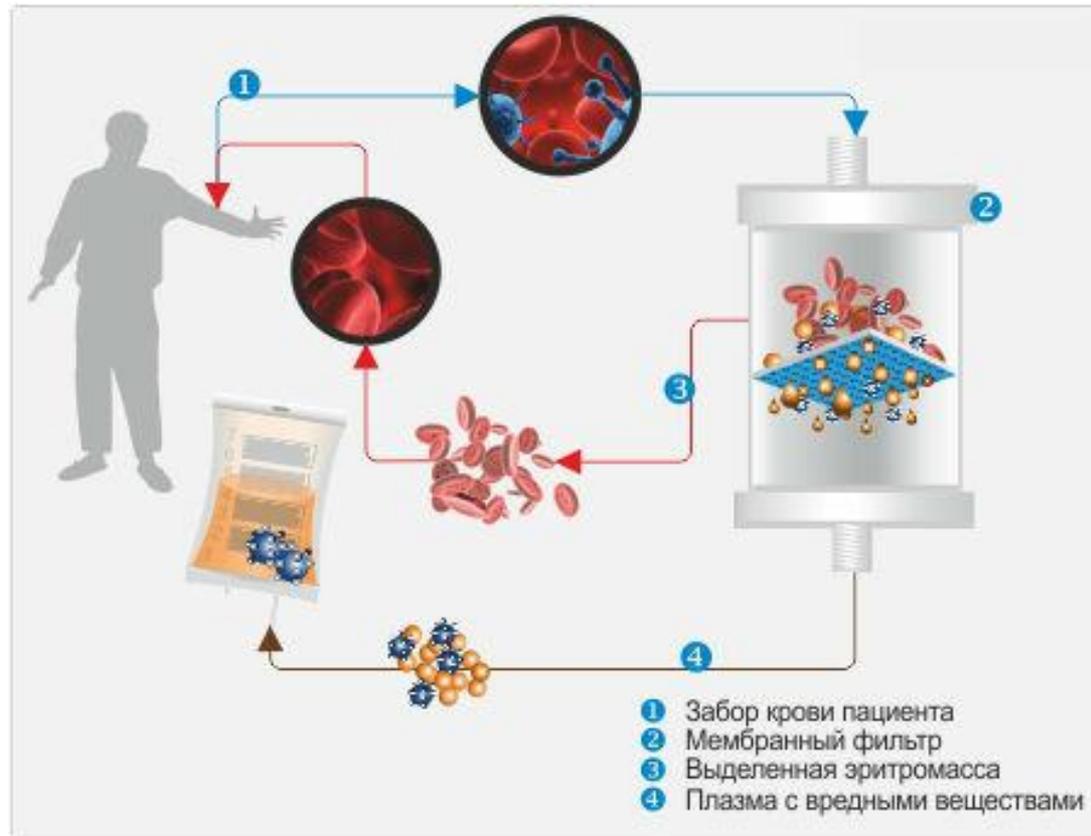
Аппарат для центрифужного цитоплазмафереза MCS+



- Аферезный аппарат MCS+ использует принцип прерывистого потока через центрифужную разделительную камеру, именуемую колоколом. В колоколе происходит разделение крови на составляющие в зависимости от массы под действием центробежной силы.

Размеры: ширина 37см, длина 57см, высота 44см (в закрытом виде), 67см (в рабочем состоянии).
Вес: 28 кг.

Фильтрационный (мембранный) аппаратный плазмаферез



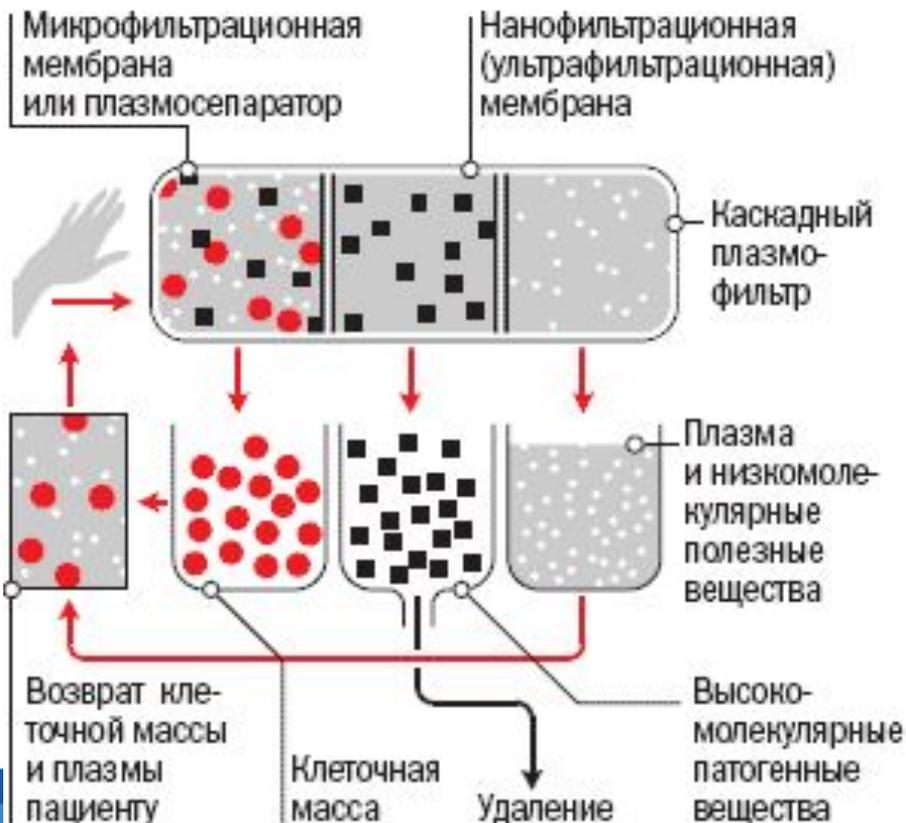
В данном случае кровь пациента пропускают через мембрану, но это делают при помощи специальных аппаратов, в которых применяется насос, совершающий маятникообразные движения.

Аппараты для мембранного плазмафереза дают возможность очищать большой объем крови. При этом обеспечивается высокое качество очистки. В остальном метод обладает теми же преимуществами, что автоматический центрифужный плазмаферез.

При этом методе форменные элементы крови также опускаются на дно пластиковой емкости, но на их пути находится специальная мембрана, которая пропускает только жидкость и растворенные в ней молекулы

Каскадный плазмаферез

КАСКАДНЫЙ ФИЛЬТР В РАБОТЕ



Этот метод представляет собой разновидность фильтрационного плазмафереза, при котором кровь пропускают через мембраны два раза. Первая мембрана задерживает циркулирующие в крови клетки, но пропускает все молекулы. Вторая задерживает крупные молекулы, но пропускает мелкие. Это бывает нужно при некоторых заболеваниях.

Каскадный плазмаферез

Показания:

- **Тяжелое течение атеросклероза**, при котором имеется поражение сердца и крупных сосудов.
- **Тяжелые аутоиммунные заболевания.**
- **Тяжелые заболевания крови:** макроглобулинемия (заболевание, при котором образуется патологический белок, повышающий вязкость крови и приводящий к некоторым другим нарушениям), парапротеинемия (нарушение белкового состава крови), тромбоцитопеническая пурпура (заболевание, при котором нарушается свертывание крови), миеломная болезнь (разновидность рака крови).

Каскадный плазмаферез

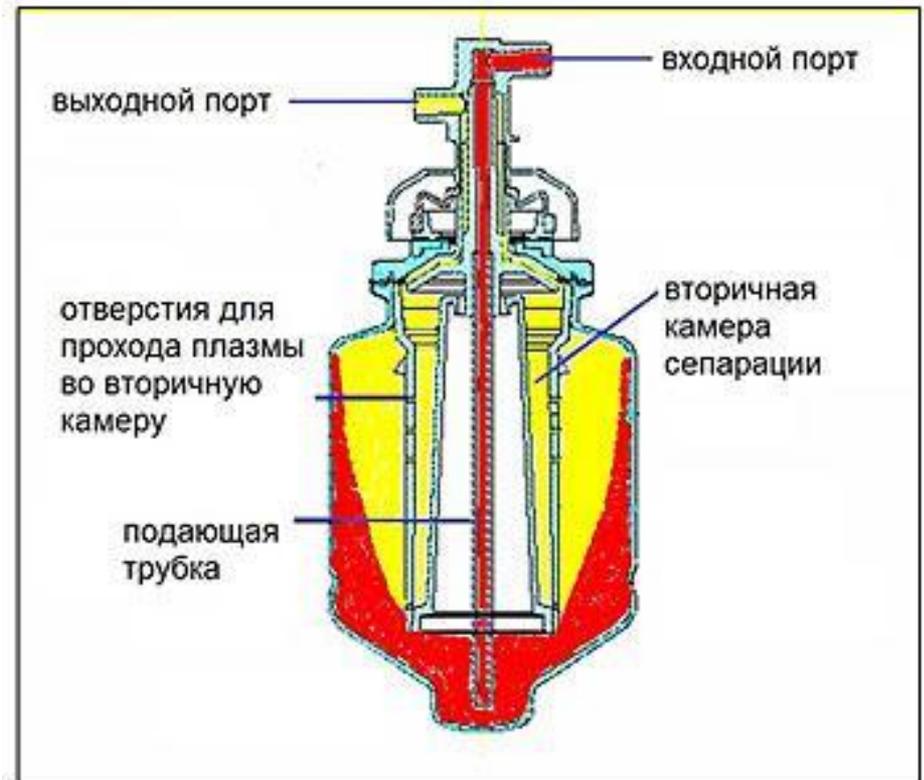
- **Показания:**
- **Гемолитико-уремический синдром:** заболевание, при котором развивается анемия в результате массивной гибели эритроцитов, нарушение свертываемости крови, нарушение функции почек.
- **Аутоиммунные заболевания:** [системная красная волчанка](#), системная склеродермия, [ревматоидный артрит](#).
- **Хронические аутоиммунные заболевания кишечника:** язвенный неспецифический [колит](#), [болезнь Крона](#).

Каскадный плазмаферез

- **Показания:**
- **Хронические тяжелые заболевания нервной системы:** хроническая воспалительная полинейропатия, [синдром Гийена-Барре](#), злокачественная [миастения](#), [рассеянный склероз](#).
- **Тяжелые хронические кожные заболевания:** эпидермальный токсический некролиз, буллезный пемфигоид, пузырчатка.
- **Состояние после трансплантации** для предотвращения аутоиммунной реакции на пересаженные органы

ЦИТАФЕРЕЗ - лечебный метод экстракорпорального (с помощью сепаратора) разделения крови на плазму и клеточные элементы с избирательным удалением патологически измененных клеток:

- эритроцитов (эритроцитаферез, например при полицитемии),
- тромбоцитов (тромбоцитаферез, например при повышенном их содержании у больного хроническим миелолейкозом)
- лейкоцитов (лейкоцитаферез при хроническом миело- или





Удаление из крови донора(или пациента) клеточных элементов и называется цитаферезом.

- эритроцитаферез,
- лимфоцитаферез,
- бластаферез,
- тромбоцитаферез.

Показания к эритроцитаферезу:

- плеторический синдром (гемоглобин выше 180 г/л, эритроциты больше $6 \cdot 10^{12}$ /л);
- вторичный эритроцитоз с синдромом повышенной вязкости крови с клиническими проявлениями;
- гемохроматоз (гиперферремия, гиперферритинемия более 600 нг/мл при отсутствии анемии).

Лейкоцитаферез (ЛЦФ) как самостоятельная операция применяется у больных с гиперцеллюлярными гемобластозами с целью детоксикации, реокоррекции, преодоления резистентности к цитостатической терапии. Показанием к его назначению является гиперлейкоцитоз более $100 \cdot 10^9$ /л и бластемия более 50%.



Аппарат «Гемос-ПФ», универсальный



Основное назначение:

- разделение крови фильтрационным методом на плазму и форменные элементы. Сбор, удаление и замещение плазмы,
- удаление из крови сорбционным и фильтрационным методами токсических и патологических продуктов экзогенного и эндогенного происхождения,
- лазерное (ЛОК), ультрафиолетовое (УФОК) и магнитное (МГТ) облучение крови.

Осложнения

1. Осложнения, связанные с организацией сосудистого доступа:

- гематома в месте пункции;
- пневмоторакс, пункция артерии при пункционной катетеризации
- подключичной или внутренней яремной вен;
- флебит.

Осложнения

2. Осложнения, связанные с процедурой:

- гипотензия в результате уменьшения ОЦК при заполнении кровью экстракорпорального контура;
- гипотензия в результате уменьшения онкотического давления при значительном снижении концентрации альбумина и общего белка плазмы;
- кровоточивость в результате снижения концентрации факторов коагуляции;
- образование гипоонкотических отеков при значительном снижении концентрации альбумина и общего белка плазмы;
- уменьшение концентрации клеточных элементов (тромбоцитов, лейкоцитов);
- реакции гиперчувствительности, связанные с непереносимостью используемых медикаментов;
- реакции гиперчувствительности, связанные с непереносимостью средства стерилизации систем магистралей - этиленоксида, метаболический ацидоз

Осложнения

- 3. Осложнения, связанные со стабилизацией крови:
- кровоточивость, преимущественно при использовании гепарина;
- гипокальциемический синдром при использовании цитрата натрия:
 - ✓ онемение конечностей, лица, губ и языка;
 - ✓ озноб;
 - ✓ гипотензия;
 - ✓ аритмия;
 - ✓ судороги мышц;
- метаболический алкалоз при использовании в ходе процедуры больших количеств цитрата (800,0 мл и более)

Криоаферез — полуселективный (полуизбирательный) метод гемокоррекции, в основе которого лежит механизм криопреципитации (греч. κρύος — холодный, лат. praecipitatio — осадки).

- У пациента производится забор определенного количества плазмы.
- Сначала в плазму добавляют вещество — гепарин.
- Разлитая по стерильным пакетам плазма подвергается замораживанию при температуре -2°C . За сутки до очередной процедуры плазма помещается в холодильник ($+4$ — $+6^{\circ}\text{C}$).
- В течение суток плазма размораживается, и в ней образуются белые хлопья (криопреципитат).
- Холодная плазма центрифугируется в специальной рефрижераторной центрифуге с целью осаждения криопреципитата.
- Надосадочная плазма пропускается через угольный гемосорбент, собирается в стерильные пакеты и нагревается в водяной бане ($+37^{\circ}\text{C}$).
- Очищенная и подогретая плазма в виде готова для возврата пациенту

- **Преципитат образуется в плазме** при добавлении гепарина и воздействии низких температур (замораживание, размораживание) или повышении ее кислотности до значений рН 4,8–5,2. Происходит склеивание молекул гепарина и «плохого» холестерина. Также в процесс склеивания вовлекаются и молекулы других веществ.



Удаляемые из плазмы вещества (в составе преципитата):

- Фракции холестерина: липопротеины низкой плотности (ЛПНП), липопротеин «а» (ЛП(а)), липопротеины очень низкой плотности (ЛПОНП)
- продукты иммунной системы: IgG, IgM, IgE, ЦИК — циркулирующие иммунные комплексы, криоглобулины, C1, C3, C5 компоненты комплемента
- IL1, IL2, IL4, IL6, TNF α , простагландины
- факторы свертывания крови: V, VII, VIII, ингибитор фактора VIII,
- фибриноген, ингибитор активатора плазминогена
- высокочувствительный С-реактивный белок (hsCRP — high sensitivity C reactive protein)
- циркулирующие молекулы клеточной адгезии: E-селектин, V-CAM, I-CAM
- вирусы

- **Реоаферез** - удаление крупноглобулярных белков и белковых комплексов с целью восстановления вязкости крови и улучшения обмена веществ).
- **Липидная фильтрация** - селективное удаление атерогенных липопротеидов



Иммуносорбционные колонки



ЛПН Липопак

Иммуносорбционные колонки ЛНП Липопак® представляют собой устройство для удаления атерогенного холестерина из организма пациента в процедурах [ЛНП афереза](#).

Активным ингредиентом колонки является сорбент, помещенный в стеклянный корпус. Сорбент содержит антитела барана против апоВ белка липопротеидов низкой плотности человека, переносчиков атерогенного холестерина.

При пропускании плазмы крови через колонку, липопротеиды связываются с антителами по принципу антиген-антитело. Это взаимодействие строго специфично, не затрагивает другие компоненты плазмы.

Удаление аутоантител и иммуноглобулинов в экстракорпоральной процедуре при аутоиммунных заболеваниях.



Иммуносорбционные колонки



ABO Adsopak-A

Иммуноадсорбционные колонны ABO Adsopak»

Столбы ABO Adsopak® предназначены для снижения титров предтрансплантата анти-А / В-антител для преодоления барьера группы крови.

Активным ингредиентом колонки ABO Adsopak® является высокомолекулярный гликоконъюгат. Этот новый тип лиганда обеспечивает высокую адсорбционную способность и регенерацию адсорбционного геля. Столбы ABO Adsopak® имеют отступы для личного использования.



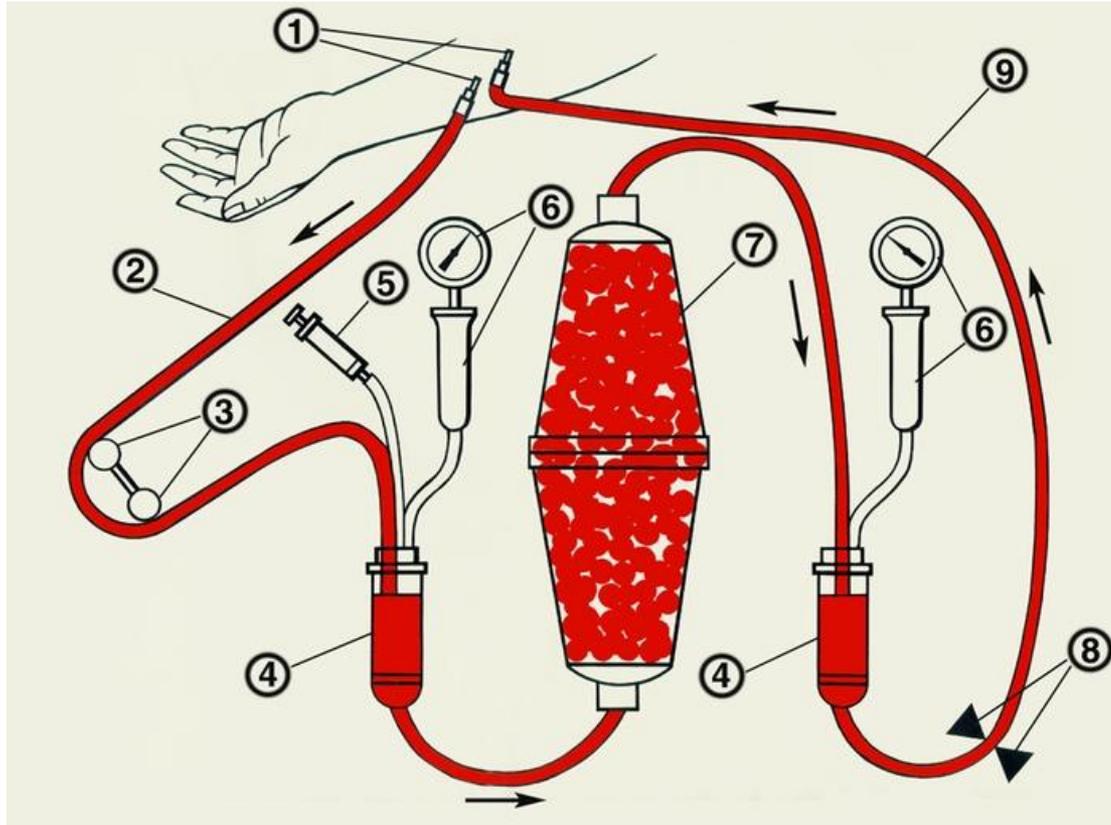
В спектре ЛПВП выделяют до 10 субфракций, объединенных в три группы и представленных крупными (ЛПВП1-3), промежуточными (ЛПВП4-7) и мелкими (ЛПВП8-10) частицами.

Липопринт-система (Quantimetrix Lipoprint LDL/HDL System, США), в основе которой лежит вертикальный электрофорез с использованием 3% полиакриламидного геля, позволяет сократить время субфракционирования липопротеинов до 3 ч. В спектре апоВ-содержащих липопротеинов выделяют липопротеины очень низкой плотности, промежуточной плотности С, В, А, ЛПНП1 и 2, мелкие плотные (ЛПНП3-7).

Сорбционные методы гемокоррекции

- Гемосорбция
- Плазмасорбция

Гемосорбция



Гемосорбция – это инвазивный метод дезинтоксикации. Основная цель процедуры состоит в очищении крови от токсинов, аллергенов и антител.

Положительный эффект достигается благодаря контакту крови с сорбентом - это вещество способно поглощать компоненты из растворов и газов.

Плазмсорбция

- Плазмсорбция – метод дезинтоксикационной терапии, целью которого является удаление из кровотока различных токсичных веществ, попавших в организм извне, либо образовавшихся в ходе патологического процесса.
- В ходе данной процедуры плазму крови пациента пропускают через сорбент.
- Данная процедура подразумевает предварительное разделение крови на плазму и клеточные элементы.
- В отличие от [плазмафереза](#), при плазмсорбции выделенная плазма не удаляется, а пропускается через сорбент, «очищается» и вновь возвращается в кровоток пациенту.

Аппараты для гемосорбции и плазмасорбции



Аппарат "Гемос-ПФ"



Аппарат «Hemophenix»

Диализные методы – Гемодиализ

Гемодиализ

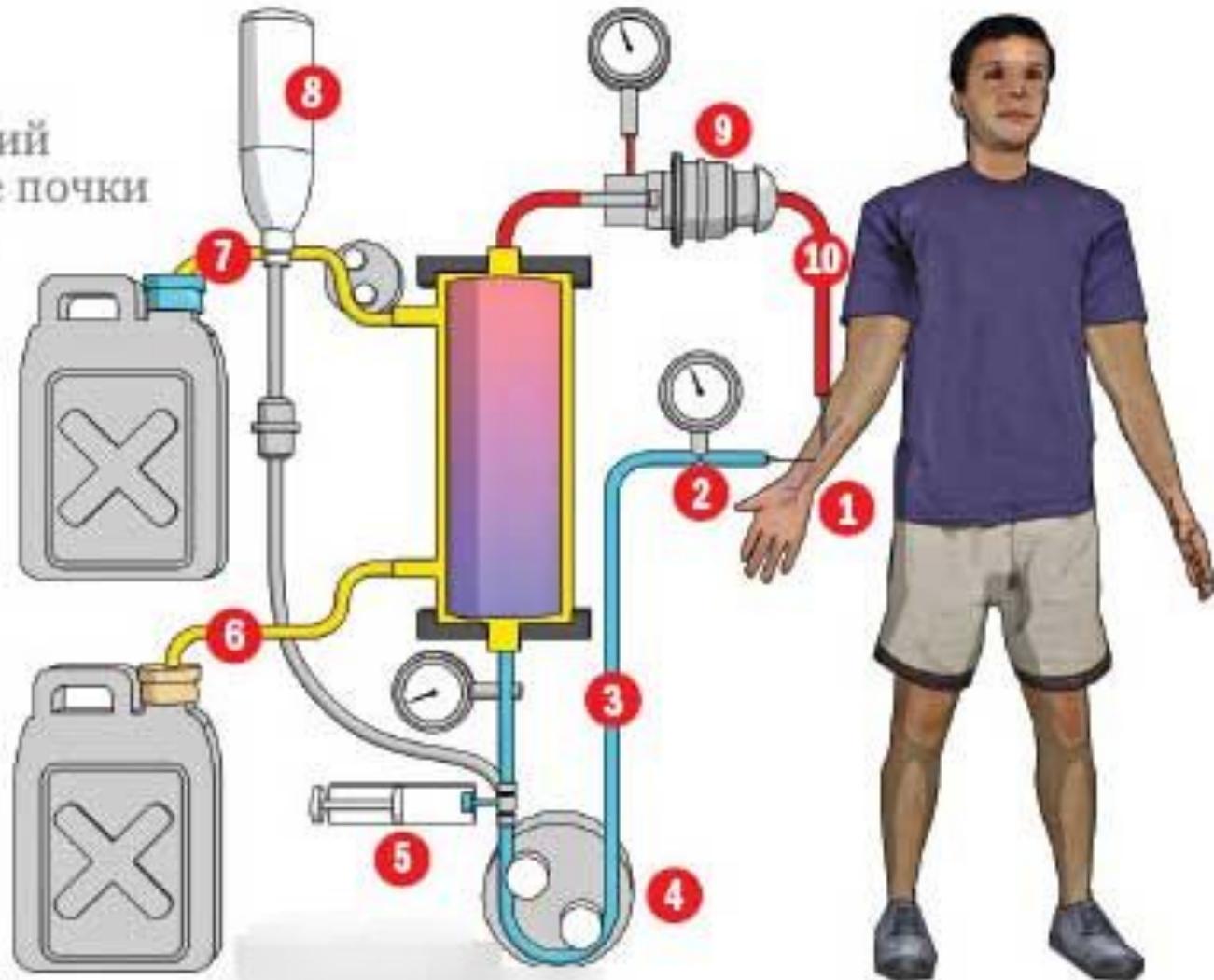
- **Гемодиализ** ([др.-греч.](#) αἷμα ‘кровь’ и διάλυσις ‘отделение’) — метод внепочечного очищения крови при острой и хронической почечной недостаточности.
- Во время гемодиализа происходит удаление из организма токсических продуктов обмена веществ, нормализация нарушений водного и электролитного балансов.
- Гемодиализ - очищение крови осуществляется через искусственную мембрану с применением аппарата «[искусственная почка](#)»)

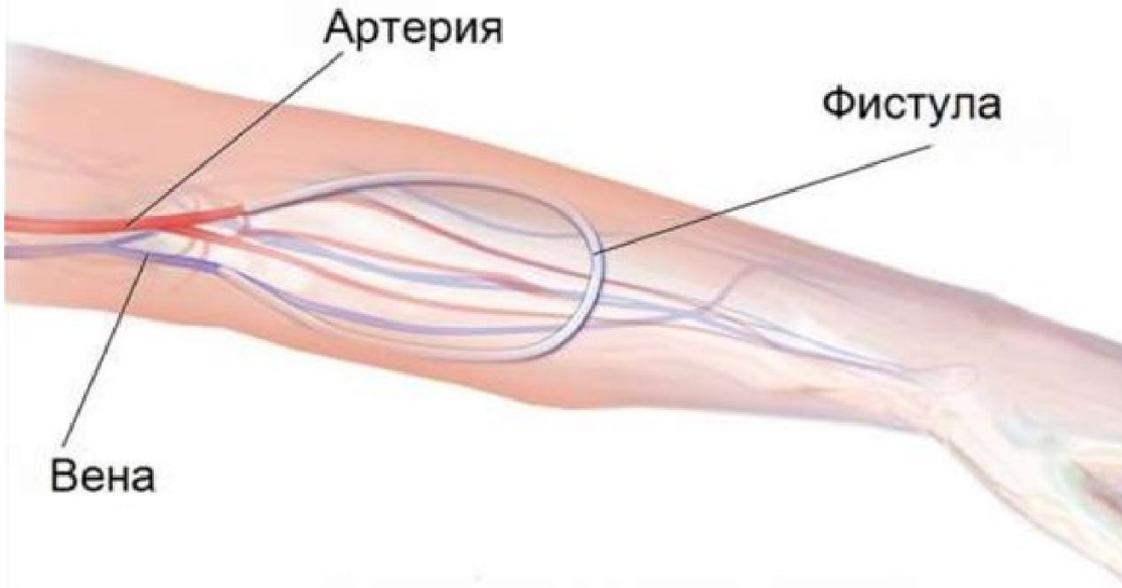
Схема гемодиализа

Вместо почки

Как работает аппарат гемодиализа, заменяющий пациенту неработающие почки

1. Фистула (соединяет артерию с веной, чтобы облегчить перекачку крови)
2. Датчик давления
3. Кровь поступает на очистку
4. Помпа
5. Гепариновая помпа (чтобы предотвратить свёртывание крови)
6. Использованный диализат (раствор, который очищает кровь)
7. Свежий диализат
8. Физраствор
9. Воздухоулавливатель (для предотвращения попадания воздуха в кровь)
10. Чистая кровь





Артериовенозная фистула позволяет предотвратить повторные пункции крупных сосудов. Фистуле требуется примерно 2-3 месяца для полного заживления. После этого она может быть использована. Фистула создается за несколько месяцев для начала гемодиализа.



Аппарат для гемодиализа
4008S classix



DIASAFE® plus - Фильтр
диализной жидкости

Фотогемотерапия

- Ультрафиолетовое облучение крови
- Низкоинтенсивная лазерная гемотерапия

Ультрафиолетовое облучение крови (УФОК) является универсальным нефармакологическим методом гемокоррекции при заболеваниях, ассоциированных с иммунодефицитом, ишемией, нарушениями реологии крови, угнетением клеточного иммунитета.

Механизм лечебного воздействия при фотогемотерапии основан на активизации антиоксидантной системы крови, повышении неспецифической резистентности, улучшении состояния иммунитета, увеличении общего количества гемоглобина и повышении его сродства к кислороду, бактерицидном и противовирусном эффекте.

Аппараты для аутотрансфузии облученной УФО крови (АУФОК)



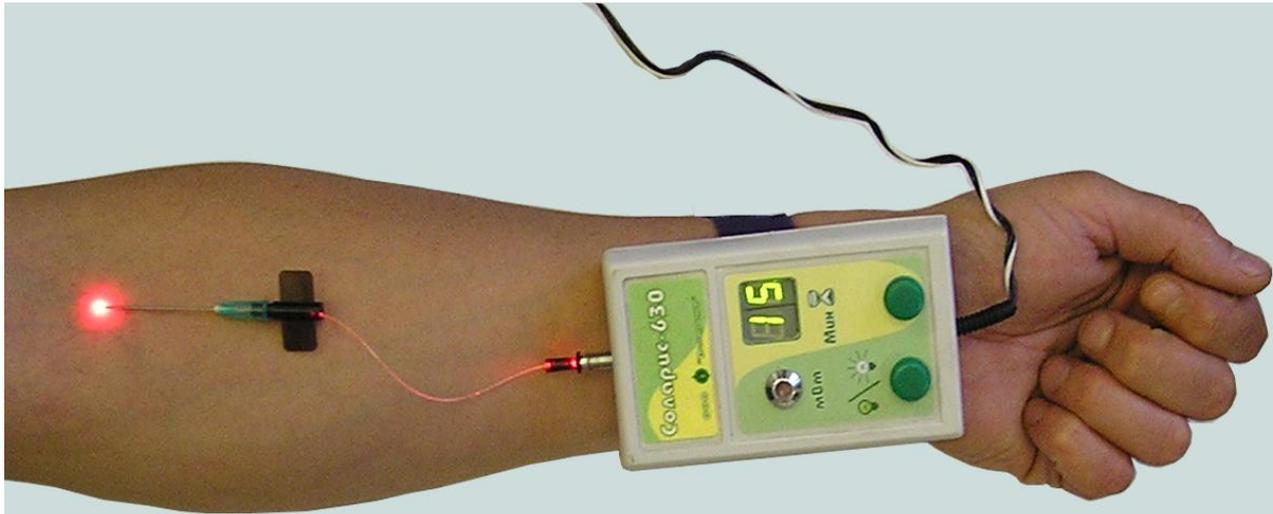
Аппарат «Изольда»



Аппарат Надежда

Метод АУФОК имеет ограничения, связанные с инвазивностью, большой длительностью процедуры и подготовительного периода, определенный дискомфортом для пациента из-за неподвижного состояния с иглой в вене, а также значительными габаритами и высокой стоимостью аппарата.

Аппарат для внутривенного облучения крови "Соларис"



Предназначен для проведения процедур внутривенного облучения крови низкоинтенсивным излучением света. Световое излучение передается от аппарата через световодную насадку с иглой КИВЛ-01 в локтевую вену пациента.

Длина волны излучения, нм	630 (красный) ;450 (синий) ; 405 ; 365 (ультрафиолет)
Мощность, на выходе световода диаметром 400 мкм, мВт	2
Габариты, мм	120x70x30
Масса с блоком питания, г	не более 400

Облучатель волоконный кварцевый внутрисосудистый ОВК-03



Наружный диаметр световода, мм
.....0,55
Количество независимых выходных
каналов излучения.....3

Предназначен для внутрисосудистой фотомодификации крови через кварцевый световод ультрафиолетовым и видимым излучением, близким по спектральному составу к солнечному свету.

Этот метод является инвазивным и по эффективности уступает АУФОК



Основные результаты применения аппарата

- восстанавливает и укрепляет иммунитет
- улучшает обмен веществ (нормализует функционирование кровеносной системы и всех органов)
- снимает воспалительные процессы
- снижает уровень сахара в крови
- помогает в борьбе с инфекциями
- замедляет старение организма
- снижает уровень «плохого» холестерина в крови, снижает вязкость крови и вероятность образования тромбов

Метод для неинвазивного облучения крови ультрафиолетовым излучением



Перспективы развития трансфузиологии

- Переход от гемокомпонентной терапии к переливанию препаратов крови
- трансфузиологическая гемокоррекция препаратами крови, полученными генно-инженерным и биотехнологическим методами
- Внедрение высокотехнологичных экстракорпоральных процедур
- Внедрение высокоспецифичных лабораторных исследований
- Внедрение информационных технологий

https://vuzlit.ru/897527/primenenie_informatsionnyh_sistem_transfuziologii_razvitie_perspektivy
<http://centrkrovi.ru/proizvodstvennaya-transfuziologiya/>

КРОВЬ - ЭТО ЖИЗНЬ!!!

КАРТА
ГИПЕРОРТА

ВОПРОСЫ!

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ
ПОДГОТОВКИ К РАБОТЕ
В РАБОЧЕЙ КОМНАТЕ



Вопросы по материалам лекции

1. Что такое плазмаферез?
2. Технология мембранного плазмафереза
3. Технология гравитационного плазмафереза
4. Технология проведения каскадной фильтрации плазмы
5. Плазмаферез (мембранный , гравитационный)
6. Технология проведения гемодиализа
7. Отличие гемодиализа от гемофильтрации