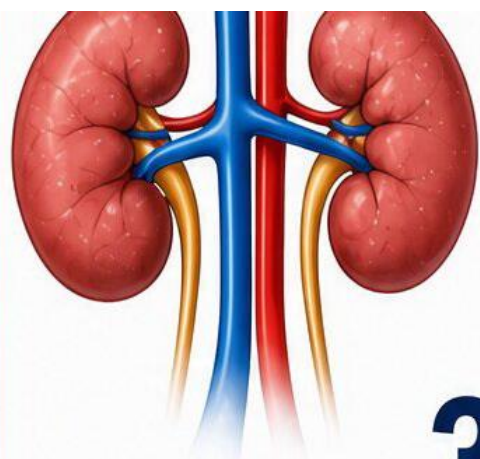




ПРОДЛЕННАЯ ПОЧЕЧНАЯ ЗАМЕСТИТЕЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ (ППЗТ)

Концепции • Принципы • Практика



ПОДДЕРЖКА
ФУНКЦИИ ПОЧЕК,
СПАСЕНИЕ ЖИЗНЕЙ



В ЭТОМ РУКОВОДСТВЕ



Введение
и определение



Типы
и компоненты



Показания
и противопоказания



Преимущества
и осложнения



Антикоагуляция
при ППЗТ



Расчет дозы



Последние
достижения в ППЗТ

ППЗТ КРАТКО



НЕПРЕРЫВНО

Проводится 24 часа
в сутки



МЯГКО И МЕДЛЕННО

Медленнее и мягче,
чем гемодиализ



БАЛАНС ЖИДКОСТИ

Удаляет избыток
жидкости и поддерживает
электролитный баланс



ГЕМОДИНАМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ

Предпочтительна для
нестабильных пациентов
ОИТ



ЛУЧШИЕ ИСХОДЫ

Поддерживает
восстановление органов,
улучшает состояние



ВВЕДЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ

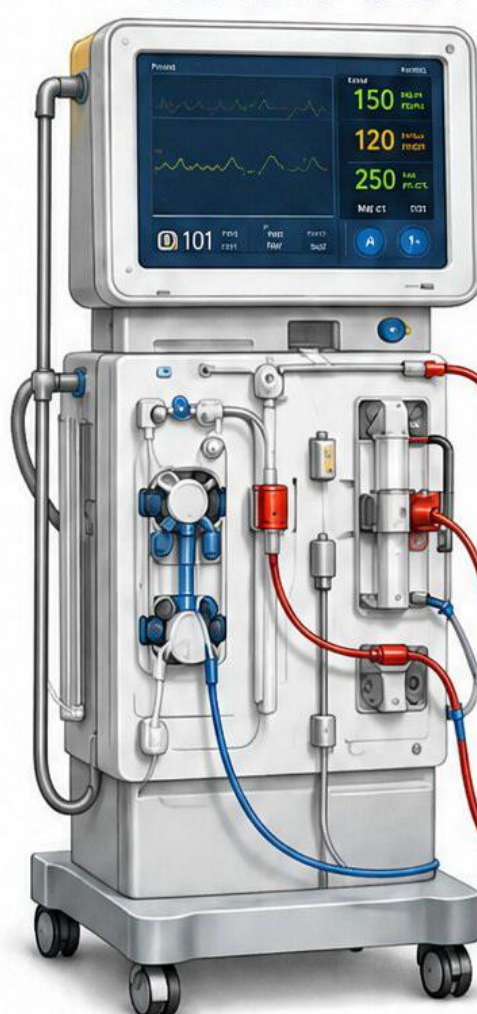
ВВЕДЕНИЕ

Продленная заместительная почечная терапия (ПЗПТ, CRRT) — это медленная и непрерывная форма диализа, применяемая у пациентов отделения интенсивной терапии в критическом состоянии с **острым повреждением почек (ОПП)** и **гемодинамической нестабильностью**.

Она проводится 24 часа в сутки, обеспечивая мягкое удаление продуктов обмена, избытка жидкости и поддержание **электролитного баланса**.

ПЗПТ предпочтительна, когда пациент не переносит быстрые изменения объема жидкости и удаление растворенных веществ, как при стандартном гемодиализе.

АППАРАТ CRRT



ПАЦИЕНТ ОИТ



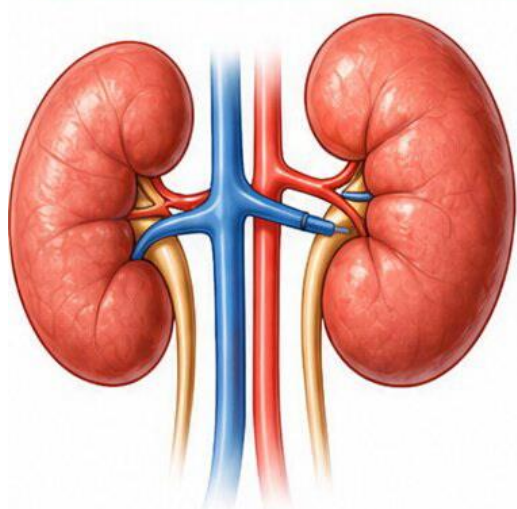
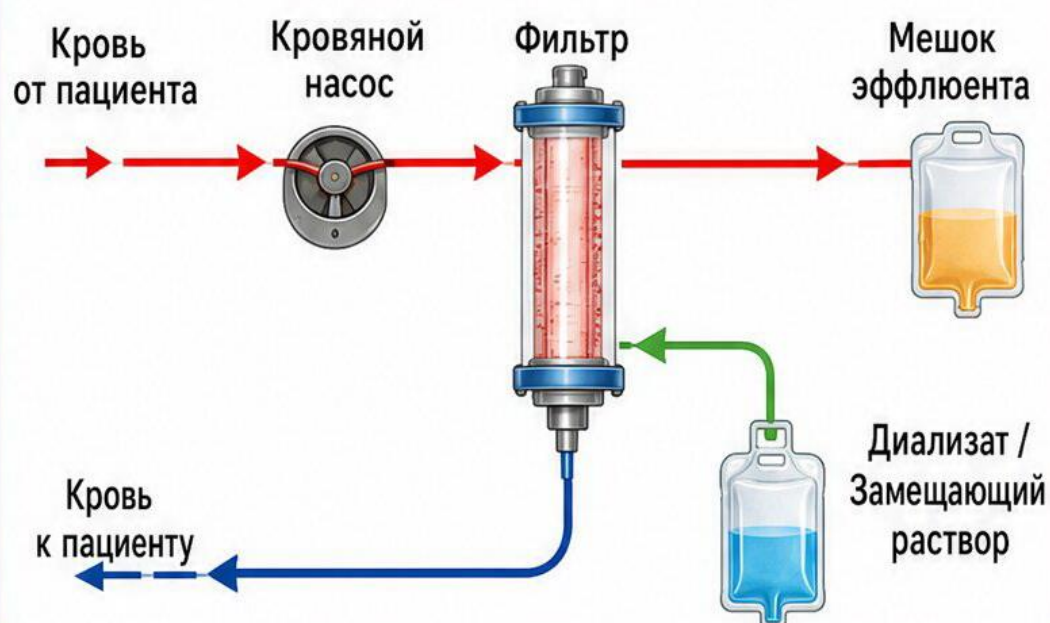
ОПРЕДЕЛЕНИЕ

“

Продленная заместительная почечная терапия (ПЗПТ, CRRT) — это медленная и непрерывная форма диализа, применяемая у пациентов ОИТ в критическом состоянии с **острым повреждением почек (ОПП)** и **гемодинамической нестабильностью**.

”

СХЕМА КОНТУРА CRRT



ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ

Поддержка функции почек за счет удаления продуктов обмена, избытка жидкости и непрерывного поддержания электролитного и кислотно-основного баланса.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Непрерывно проводится в течение **24 часов**
- Мягкое удаление жидкости и токсинов
- Предпочтительна у нестабильных пациентов ОИТ
- Помогает поддерживать **электролитный и кислотно-основной баланс**
- Используется, если стандартный гемодиализ плохо переносится

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ПРИМЕЧАНИЕ



ПЗПТ работает **медленнее** и **мягче**, чем обычный гемодиализ.



ПРИНЦИПЫ CRRT

1. ДИФФУЗИЯ

Диффузия — это перемещение растворённых веществ из области более высокой концентрации в область более низкой концентрации через полупроницаемую мембрану. Она главным образом удаляет малые токсины, такие как **мочевина** и **креатинин**.

2. КОНВЕКЦИЯ

Конвекция удаляет растворённые вещества вместе с движением воды через мембрану. Она эффективна для удаления молекул среднего размера и требует **замещающей жидкости**.

3. УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ

Ультрафильтрация — это удаление избытка жидкости путём приложения давления через мембрану. Она помогает медленно и непрерывно контролировать **перегрузку жидкостью**.

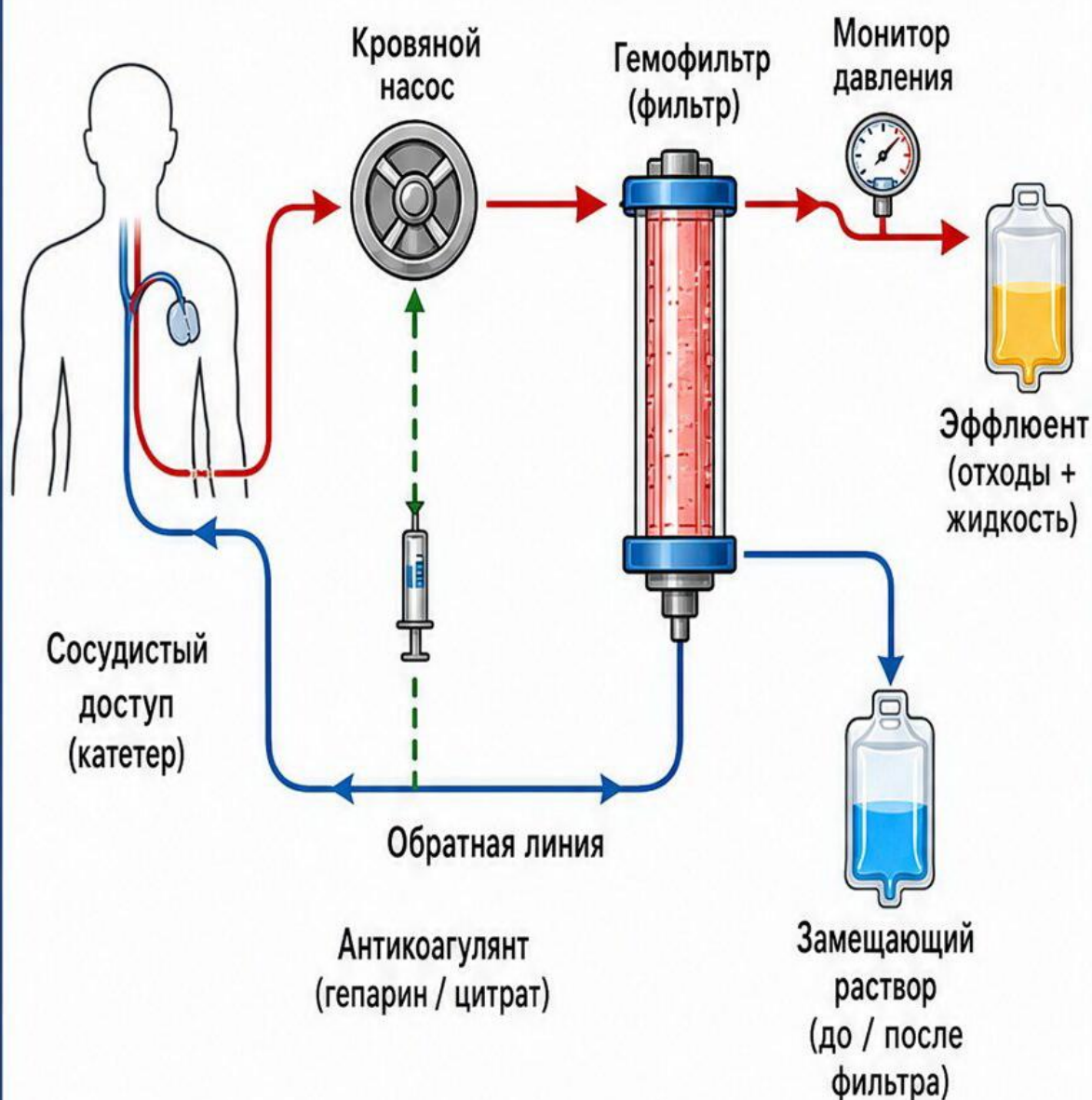
4. АДСОРБЦИЯ

Адсорбция происходит, когда токсины непосредственно прикрепляются к поверхности фильтрующей мембраны, помогая удалять **медиаторы воспаления** и более **крупные молекулы**.



КОМПОНЕНТЫ CRRT

КОНТУР CRRT (ОБЗОР)



ДРУГИЕ АКСЕССУАРЫ



- Набор трубок
- Детектор воздуха
- Ловушка пузырьков
- Зажим
- Монитор температуры
- Монитор проводимости / pH
- Весы (для эфлюента)
- Источник питания / система тревоги

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ИХ ФУНКЦИИ



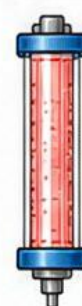
1. СОСУДИСТЫЙ ДОСТУП (КАТЕТЕР)

- Обеспечивает доступ для поступления крови в контур и возврата пациенту.



2. КРОВЯНОЙ НАСОС

- Забирает кровь у пациента и прокачивает её через контур.



3. ГЕМОФИЛЬТР (ФИЛЬТР / ДИАЛИЗАТОР)

- Полупроницаемая мембрана, где происходит удаление растворённых веществ и жидкости.



4. МОНИТОРЫ ДАВЛЕНИЯ

- Мониторы артериального, венозного и трансмембранного давления обеспечивают безопасность терапии.



5. МЕШОК ДЛЯ ЭФФЛЮЕНТА

- Собирает удалённые продукты обмена и избыток жидкости.



6. ДИАЛИЗИРУЮЩИЙ РАСТВОР

- Используется при CVVHD и CVVHDF для диффузии растворённых веществ.



7. ЗАМЕЩАЮЩИЙ РАСТВОР

- Используется при CVVH и CVVHDF для конвекции (до или после фильтра).



8. АНТИКОАГУЛЯНТ

- Предотвращает свертывание в контуре (гепарин или цитрат).

ВАЖНОЕ ПРИМЕЧАНИЕ



Выбор модальности зависит от клинического состояния пациента, гемодинамической стабильности, предпочтений врача и цели удаления растворённых веществ.





ПРОДЛЁННАЯ ЗАМЕСТИТЕЛЬНАЯ ПОЧЕЧНАЯ ТЕРАПИЯ (ПЗПТ)



ТИПЫ / МОДАЛЬНОСТИ ПЗПТ (ПОДРОБНЫЕ ПРИМЕЧАНИЯ)

1

ПВВГ

ПРОДЛЁННАЯ ВЕНО-ВЕНОЗНАЯ ГЕМОФИЛЬТРАЦИЯ

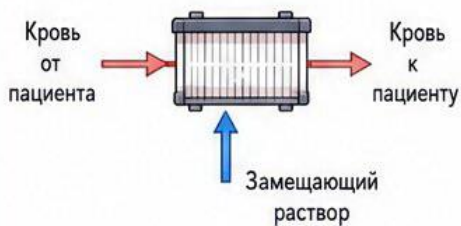
ПРИНЦИП

Использует **КОНВЕКЦИЮ** (ультрафильтрацию) для удаления растворённых веществ.

$$J_v = K_f \times TMP$$

МЕХАНИЗМ

- Кровь проходит через гемофильтр.
- Плазменная вода проталкивается через мембрану под действием давления.
- Растворённые вещества перемещаются с водой → называется растворителем.
- Добавляется замещающий раствор для поддержания объёма.



УДАЛЯЕТ

Средние и крупные молекулы

- Мочевина
- Креатинин
- Цитокины

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЖИДКОСТЬ

- Только замещающий раствор
- (Диализат не используется)

МЕТОДЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ЖИДКОСТИ

ПРЕФИЛЬТР

- Раствор добавляется до фильтра
- Меньше риск свёртывания
- Меньше клиренс

ПОСТФИЛЬТР

- Раствор добавляется после фильтра
- Лучший клиренс
- Выше риск свёртывания

ПРЕИМУЩЕСТВА

- ✓ Отлично удаляет жидкости
- ✓ Лучшее удаление цитокинов
- ✓ Хорошо для септических пациентов

НЕДОСТАТКИ

- Требуется замещающий раствор
- Возможна свёртываемость фильтра
- Более высокие потребности в жидкости

ПОКАЗАНИЯ

- ★ Перегрузка жидкостью
- ★ Сепсис
- ★ Гемодинамическая нестабильность

КЛЮЧЕВОЙ МОМЕНТ

ПВВГ в основном работает за счёт **КОНВЕКЦИИ**.

2

ПВВГД

ПРОДЛЁННЫЙ ВЕНО-ВЕНОЗНЫЙ ГЕМОДИАЛИЗ

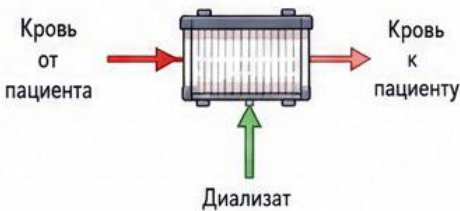
ПРИНЦИП

Использует **ДИФфуЗИЮ** для удаления растворённых веществ.

$$J = -D \frac{dC}{dx}$$

МЕХАНИЗМ

- Кровь течёт с одной стороны мембраны.
- Диализат течёт с противоположной стороны.
- Небольшие растворённые вещества перемещаются из области высокой концентрации → в область низкой концентрации.



УДАЛЯЕТ

В основном небольшие молекулы

- Мочевина
- Калий
- Креатинин

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЖИДКОСТЬ

Используется диализат (Замещающий раствор обычно не нужен)

ПРЕИМУЩЕСТВА

- ✓ Отличный клиренс малых растворённых веществ
- ✓ Лёгкая метаболическая коррекция
- ✓ Стабильное управление электролитами

НЕДОСТАТКИ

- Менее эффективно для средних молекул
- Медленнее удаляет жидкость

ПОКАЗАНИЯ

- ★ Тяжёлая гиперкалиемия
- ★ Метаболический ацидоз
- ★ Уремия

КЛЮЧЕВОЙ МОМЕНТ

ПВВГД в основном работает за счёт **ДИФфуЗИИ**.

3

ПВВГДФ

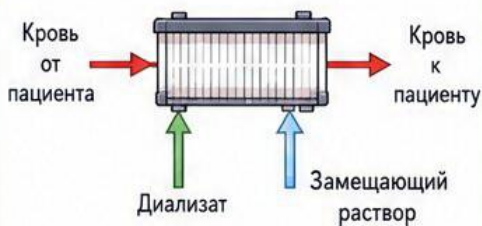
ПРОДЛЁННЫЙ ВЕНО-ВЕНОЗНЫЙ ГЕМОДИАФИЛЬТРАЦИЯ

ПРИНЦИП

Использует как **ДИФфуЗИЮ**, так и **КОНВЕКЦИЮ**.

МЕХАНИЗМ

- Диализат удаляет небольшие молекулы.
- Ультрафильтрация удаляет средние молекулы.
- Комбинированная терапия обеспечивает максимальный клиренс.



УДАЛЯЕТ

- Небольшие молекулы
- Средние молекулы
- Избыточную жидкость

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЖИДКОСТЬ

Используются диализат и замещающий раствор

ПРЕИМУЩЕСТВА

- ✓ Наиболее эффективная модальность
- ✓ Лучший общий клиренс
- ✓ Отличный контроль электролитов

НЕДОСТАТКИ

- Более сложная
- Дорогая
- Требует тесного мониторинга

ПОКАЗАНИЯ

- ★ Тяжёлая ОПП
- ★ Полиорганная недостаточность
- ★ Критические больные в ОРИТ

КЛЮЧЕВОЙ МОМЕНТ

ПВВГДФ сочетает **ДИФфуЗИЮ + КОНВЕКЦИЮ**.

4

МПФ

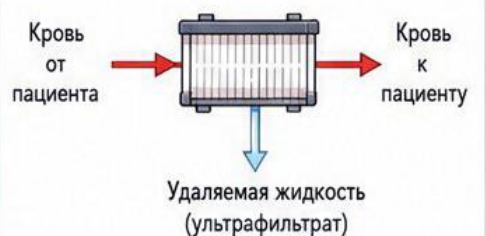
МЕДЛЕННАЯ ПРОДЛЁННАЯ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ

ПРИНЦИП

Использует **ТОЛЬКО УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЮ** для удаления жидкости.

МЕХАНИЗМ

- Медленно удаляет плазменную воду.
- Минимальный клиренс растворённых веществ.
- Основное применение — контроль объёма.



УДАЛЯЕТ

Только избыточную жидкость

ПРАКТИЧЕСКИ НЕ УДАЛЯЕТ

- Мочевину
- Токсины
- Электролиты

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЖИДКОСТЬ

- Диализат не используется
- Замещающий раствор не используется

ПРЕИМУЩЕСТВА

- ✓ Простая терапия
- ✓ Отлично подходит для перегрузки жидкостью
- ✓ Гемодинамически стабильна

НЕДОСТАТКИ

- Плохое удаление токсинов
- Не подходит при тяжёлой уремии

ПОКАЗАНИЯ

- ★ ХСН с перегрузкой жидкостью
- ★ Отёк лёгких
- ★ Рефрактерный отёк

КЛЮЧЕВОЙ МОМЕНТ

МПФ удаляет **ТОЛЬКО ВОДУ**.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА

ХАРАКТЕРИСТИКА	ПВВГ	ПВВГД	ПВВГДФ	МПФ
Полное название	Продлённая вено-венозная гемофильтрация	Продлённый вено-венозный гемодиализ	Продлённая вено-венозная гемодиафильтрация	Медленная продлённая ультрафильтрация
Основной механизм	Конвекция (ультрафильтрация)	Диффузия	Диффузия + конвекция	Ультрафильтрация (удаление воды)
Используемая жидкость	Замещающий раствор	Диализат	Диализат + замещающий раствор	Нет
Удаление растворённых веществ	Средние и крупные молекулы	Небольшие молекулы	Небольшие + средние молекулы	Минимальное
Удаление жидкости	Хорошее	Минимальное	Хорошее	Отличное
Лучше всего подходит для	Удаление цитокинов, сепсис, перегрузка жидкостью	Нарушения электролитов, ацидоз, уремия	Тяжёлая ОПП, ПОН, максимальный клиренс	Только перегрузка жидкостью
Сложность	Умеренная	Менее сложная	Более сложная	Очень простая
Стоимость	Умеренная	Умеренная	Высокая	Низкая
Ключевой момент	Работает за счёт КОНВЕКЦИИ	Работает за счёт ДИФфуЗИИ	Работает за счёт ДИФфуЗИИ + КОНВЕКЦИИ	Удаляет только ВОДУ





(CRRT)

АНТИКОАГУЛЯНТЫ ПРИ CRRT



ЦЕЛЬ:

Предотвратить свертывание внекорпорального контура (фильтра) при минимизации риска кровотечения.

КОГДА НУЖНА АНТИКОАГУЛЯЦИЯ?

- ✓ Для поддержания проходимости контура и адекватного кровотока.
- ✓ Для продления срока службы фильтра.
- ✓ Для обеспечения эффективного удаления растворенных веществ и жидкости.
- ✓ Всем пациентам с CRRT следует оценивать риск кровотечения перед началом антикоагуляции.



★ ТИПЫ АНТИКОАГУЛЯЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ CRRT

1. НЕФРАКЦИОНИРОВАННЫЙ ГЕПАРИН (НФГ)



МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ

Усиливает антитромбин III → ингибирует тромбин и фактор Ха → предотвращает образование сгустка.

ПОКАЗАНИЯ

- Наиболее часто используемый антикоагулянт при CRRT.
- Подходит пациентам без высокого риска кровотечения.

СПОСОБ ВВЕДЕНИЯ

- Системно: непрерывная инфузия.
- Регионарно (реже): в префильтр или в контур.

ДОЗИРОВКА (Системно)

- Начальный болюс: 10–20 ЕД/кг в/в.
- Инфузия: 5–20 ЕД/кг/час (корректировать по aPTT).

МОНИТОРИНГ

- aPTT: 1,5–2,5 раза от контроля (или целевого диапазона института).
- Контроль тромбоцитов, АСТ при наличии.

ПРЕИМУЩЕСТВА

- Эффективный и недорогой.
- Прост в мониторинге и корректировке.

НЕДОСТАТКИ

- Риск кровотечения.
- Гепарин-индуцированная тромбоцитопения (ГИТ).
- Не идеален у пациентов с высоким риском кровотечения.

2. ЦИТРАТНАЯ АНТИКОАГУЛЯЦИЯ (РЕГИОНАРНАЯ)



МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ

Цитрат связывает ионизированный кальций в контуре → предотвращает свертывание. Кальций инфузируется обратно пациенту для поддержания системного уровня.

ПОКАЗАНИЯ

- Предпочтительно у пациентов с высоким риском кровотечения.
- Эффективно для продления срока службы фильтра.

СПОСОБ ВВЕДЕНИЯ

- Цитрат вводится в кровь перед входом в контур (префильтр).
- Кальций (например, хлорид кальция или глюконат) инфузируется после фильтра (системно).

ДОЗИРОВКА

- Доза цитрата: 3–4 ммоль/л кровотока.
- Доза кальция: корректировать для поддержания системного ионизированного кальция 1,0–1,2 ммоль/л.

МОНИТОРИНГ

- Ионизированный кальций (в системной крови и постфильтр).
- Кальций, магний и кислотно-щелочной баланс.
- Следить за накоплением цитрата.

ПРЕИМУЩЕСТВА

- Низкий риск кровотечения.
- Длительный срок службы фильтра.

НЕДОСТАТКИ

- Требуется тесный мониторинг.
- Риск накопления цитрата (метаболический алкалоз, гипокальциемия).
- Не подходит при тяжелой печеночной недостаточности или шоке.

3. БЕЗ АНТИКОАГУЛЯЦИИ



МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ

Антикоагулянт не используется. Проходимость контура поддерживается за счет оптимизации техники и частого мониторинга.

ПОКАЗАНИЯ

- Пациенты с очень высоким риском кровотечения.
- Короткосрочная CRRT или низкие скорости кровотока.

СПОСОБ ВВЕДЕНИЯ

- Отсутствует.
- При возможности использовать стерильную технику и гепарин-покрытые фильтры.

МОНИТОРИНГ

- Частые проверки контура на наличие сгустков.

ПРЕИМУЩЕСТВА

- Нет риска кровотечения, связанного с антикоагулянтами.
- Простота и отсутствие затрат.

НЕДОСТАТКИ

- Короткий срок службы фильтра.
- Более высокая вероятность свертывания и прерываний терапии.
- Возможен неадекватный клиренс из-за ранней замены фильтра.

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ АНТИКОАГУЛЯЦИИ

ТИП	СПОСОБ ВВЕДЕНИЯ	МОНИТОРИНГ	РИСК КРОВОТЕЧЕНИЯ	СРОК СЛУЖБЫ ФИЛЬТРА	СТОИМОСТЬ	ОПТИМАЛЬНО ПОДХОДИТ ДЛЯ
Нефракционированный гепарин (НФГ)	Системно в/в (регионарно редко)	aPTT / АСТ Количество тромбоцитов	Умеренный–высокий	Умеренный	Низкая	Пациенты без высокого риска кровотечения
Цитратная (регионарная)	Цитрат до фильтра + кальций после фильтра	Ионизированный кальций (пре- и постфильтр)	Низкий	Длительный	Умеренная	Пациенты с высоким риском кровотечения
Без антикоагуляции	Отсутствует	Клинический контроль и мониторинг контура	Отсутствует (со стороны лекарств)	Короткий	Низкая	Очень высокий риск кровотечения / краткосрочная терапия

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ

- Использовать гепарин-покрытые или AN69 ST фильтры.
- Поддерживать адекватный кровоток.
- Соблюдать схему инфузий согласно протоколу.
- Избегать застоя крови в контуре.



★ КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- ✓ Выбор антикоагуляции зависит от риска кровотечения пациента и институционального протокола.
- ✓ Регулярный мониторинг необходим для обеспечения безопасности и эффективности терапии.





ПРЕИМУЩЕСТВА CRRT



- 1. Лучшая гемодинамическая стабильность**
Непрерывное и медленное удаление жидкости предотвращает резкие изменения артериального давления



- 2. Хорошая переносимость у тяжёлых пациентов**
Идеально подходит для пациентов, которые не переносят традиционный гемодиализ.



- 3. Непрерывное управление жидкостью**
Обеспечивает точный контроль водного баланса и удаление избытка жидкости.



- 4. Лучший контроль электролитного и кислотно-щелочного баланса**
Обеспечивает постепенную коррекцию электролитных и кислотно-щелочных нарушений.



- 5. Эффективно при остром повреждении почек (ОПП)**
Помогает удалять уремические токсины и поддерживает функцию почек.



- 6. Полезно при полиорганной дисфункции**
Помогает поддерживать внутреннюю среду у пациентов с ПОН.



- 7. Лучшая нутритивная поддержка**
Позволяет адекватное питание и введение лекарств без перерывов.



- 8. Удаление средних молекул**
Более эффективное очищение от провоспалительных цитокинов и средних молекул.



- 9. Может использоваться для удаления лекарств / токсинов**
Полезно для выведения диализируемых лекарств, токсинов и их метаболитов.



- 10. Гибкая настройка терапии**
Дозу лечения, объём удаления жидкости и состав растворов можно подбирать индивидуально в зависимости от потребностей пациента.



ОСЛОЖНЕНИЯ CRRT

1. ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ



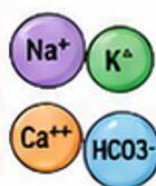
- Гипотензия
- Аритмии (редко)
- Ишемия миокарда (редко)

2. ГЕМОМРАГИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ



- Из-за применения антикоагулянтов (гепарин / цитрат)
- Тромбоцитопения
- Коагулопатия

3. ЭЛЕКТРОЛИТНЫЕ И МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ



- Гипокалиемия / Гиперкалиемия
- Гипонатриемия / Гипернатриемия
- Гипокальциемия (особенно при цитрате)
- Метаболический алкалоз / ацидоз

4. ОСЛОЖНЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ФИЛЬТРОМ / КОНТУРОМ



- Тромбоз фильтра
- Преждевременный выход фильтра из строя
- Повышение ТМД (трансмембранного давления)
- Воздушная эмболия

5. ИНФЕКЦИИ



- Инфекции, связанные с катетером в кровотоке
- Выход из места установки катетера / инфекции туннеля
- Сепсис

6. ОСЛОЖНЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ДОСТУПОМ



- Неправильное положение катетера
- Нарушение кровотока / высокое сопротивление
- Доступ - : кровотечение / гематома

7. ПРОЧИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ



- Гипотермия
- Дефицит питательных веществ (белки, витамины, микроэлементы)
- Гиперурикемия / гипофосфатемия (при цитрате)
- Метгемоглобинемия (редко, при цитрате)



КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ

- ✓ CRRT обеспечивает медленное, непрерывное и щадящее удаление продуктов обмена и избытка жидкости.
- ✓ Это предпочтительный метод у гемодинамически нестабильных пациентов отделения интенсивной терапии.
- ✓ Лучше поддерживает водный, электролитный и кислотно-щелочной баланс.
- ✓ Тщательный мониторинг помогает в раннем выявлении и предотвращении осложнений.



ВАЖНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

CRRT — это жизненно важная поддерживающая терапия у тяжёлых пациентов.

Раннее распознавание осложнений и своевременное ведение значительно улучшают исходы лечения.



ПОМНИТЕ

Преимущества перевешивают риски при правильном применении CRRT, с учётом состояния пациента и клинических целей.



✓ ПОКАЗАНИЯ

CRRT показана у пациентов в критическом состоянии с ОПП и гемодинамической нестабильностью.

-  **Острое повреждение почек (ОПП)**
Олигурия / анурия, повышение креатинина и мочевины.
-  **Перегрузка жидкостью**
Выраженная задержка жидкости, не отвечающая на диуретики.
-  **Электролитные нарушения**
Тяжелая гиперкалиемия, гипернатриемия, гипонатриемия, гиперфосфатемия, не контролируемые медикаментозно.
-  **Нарушение кислотно-основного состояния**
Тяжелый метаболический ацидоз ($\text{pH} < 7,2$), не скорректированный медикаментозно.
-  **Гемодинамическая нестабильность**
Гипотензия / шок, при которых обычный гемодиализ не переносится.
-  **Сепсис / СПОН**
Септический шок, синдром полиорганной недостаточности.
-  **Удаление лекарств / токсинов**
Удаление диализируемых лекарств или токсинов (например, литий, теофиллин, этиленгликоль, метанол).
-  **Тяжелая печеночная недостаточность**
Вспомогательная терапия при печеночной недостаточности с нарушением функции почек.
-  **Панкреатит**
Тяжелый острый панкреатит с органной недостаточностью.
-  **Другие показания**
Рабдомиолиз, синдром лизиса опухоли, ожоги, пациенты после кардиохирургических операций и т.д.

★ КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ

- ✓ CRRT предпочтительна у пациентов с гемодинамической нестабильностью.
- ✓ Она обеспечивает мягкое удаление жидкости, токсинов и коррекцию электролитных и кислотно-основных нарушений.
- ✓ Перед началом CRRT всегда оценивайте состояние пациента, цели лечения и назначение врача.



Помните: раннее распознавание, своевременное начало и надлежащий мониторинг CRRT улучшают исходы у критически больных пациентов.

✗ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

АБСОЛЮТНЫЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

-  Нет показаний к заместительной почечной терапии.
-  Несовместимое с жизнью состояние / необратимое неврологическое повреждение.
-  Терминальная стадия заболевания при решении об отказе от интенсивного лечения.
-  Пациент или семья отказываются от терапии.
-  Тяжелая геморрагическая диатезия, не поддающаяся коррекции.

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

-  Невозможность получить сосудистый доступ.
-  Тяжелая абдоминальная патология (ишемия, перфорация).
-  Тяжелые сердечные аритмии (неконтролируемые).
-  Активное массивное кровотечение.
-  Тяжелая тромбоцитопения ($< 20\,000/\text{мм}^3$), не поддающаяся коррекции.
-  Выраженный отек головного мозга.





РАСЧЁТ ДОЗЫ ПРИ CRRT



1. ЧТО ТАКОЕ ДОЗА ПРИ CRRT?

- Доза при CRRT — это объём клиренса, обеспечиваемый пациенту.
- Это показатель того, сколько крови «очищается» от токсинов за единицу времени.
- Доза выражается в **мл/кг/час**.

2. ПОЧЕМУ РАСЧЁТ ДОЗЫ ВАЖЕН?

- Обеспечивает адекватное удаление растворённых веществ и жидкости
- Позволяет избежать недодозирования (неэффективная терапия)
- Позволяет избежать передозирования (дисбаланс электролитов, гипофосфатемия)
- Улучшает исходы у пациентов с AKI

3. МЕТОДЫ РАСЧЁТА ДОЗЫ

А. ДОЗА ПО ЭФФЛЮЕНТУ (ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЙ МЕТОД)

Включает все жидкости, участвующие в удалении растворённых веществ.

Доза по эффлюенту = (Диализат + Заменяющий раствор + Нет UF) / Вес пациента (кг)

В. ДОЗА ПО ДИАЛИЗАТУ

Включает только поток диализата.

Доза по диализату = (Скорость диализата (мл/час) / Вес пациента (кг))

С. ДОЗА ПО ФИЛЬТРАЦИИ

Включает заменяющий раствор + Нет UF.

Доза по фильтрации = (Заменяющий раствор + Нет UF) / Вес пациента (кг)

4. РАСЧЁТ ДОЗЫ ПО ЭФФЛЮЕНТУ (НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЁННЫЙ)

Доза по эффлюенту (мл/кг/час) =

(Поток диализата + Заменяющий раствор + Нет ультрафильтрация)

Вес пациента (кг)

Где,

- Поток диализата = мл/час
- Заменяющий раствор = мл/час (Pre + Post)
- Нет ультрафильтрация (UF) = мл/час (объём жидкости, удаляемой у пациента)
- Вес пациента = кг

Пример:

Вес пациента = 70 кг

Поток диализата = 1500 мл/час

Заменяющий раствор = 1000 мл/час (Pre 500 + Post 500)

Нет UF = 200 мл/час

Доза по эффлюенту = (1500 + 1000 + 200) / 70
= 2700 / 70 = **38.5 мл/кг/час**



5. ЦЕЛЕВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДОЗЫ

Рекомендуемые дозы по эффлюенту:

- Минимальная доза : 20–25 мл/кг/час
- Стандартная доза : 25–30 мл/кг/час
- Высокая доза : 30–35 мл/кг/час
- Максимальная доза : до 40 мл/кг/час

Доза > 35 мл/кг/час может не давать дополнительной пользы и повышать риски (дисбаланс электролитов, стоимость).

6. КАК ИЗМЕРЯТЬ ПОТОКИ?



Поток диализата

Считать напрямую с аппарата CRRT (мл/час)



Заменяющий раствор

Сложить Pre + Post после замены фильтра (мл/час)



Нет ультрафильтрация (UF)

Установить скорость UF на аппарате (мл/час) — объём жидкости, удаляемой у пациента в час

7. РАСЧЁТ ДОЗЫ В РАЗЛИЧНЫХ МОДАЛЬНОСТЯХ

МОДАЛЬНОСТЬ	ФОРМУЛА (Доза по эффлюенту)
CVVH	$\frac{\text{Заменяющий раствор} + \text{Нет UF}}{\text{Вес пациента (кг)}}$
CVVHD	$\frac{\text{Поток диализата} + \text{Нет UF}}{\text{Вес пациента (кг)}}$
CVVHDF	$\frac{\text{Поток диализата} + \text{Заменяющий раствор} + \text{Нет UF}}{\text{Вес пациента (кг)}}$
SCUF	$\frac{\text{Нет UF}}{\text{Вес пациента (кг)}}$

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

Пример 1 – CVVH

Вес = 60 кг

Заменяющий раствор = 1200 мл/час (Pre 600 + Post 600)

Нет UF = 300 мл/час

Доза по эффлюенту = (1200 + 300) / 60
= 1500 / 60 = **25 мл/кг/час** ✓

Доза = 25 мл/кг/час (цель достигнута)

Пример 2 – CVVHD

Вес = 75 кг

Поток диализата = 1800 мл/час

Нет UF = 200 мл/час

Доза по эффлюенту = (1800 + 200) / 75
= 2000 / 75 = **26.7 мл/кг/час** ✓

Доза = 26.7 мл/кг/час (цель достигнута)

Пример 3 – CVVHDF

Вес = 80 кг

Поток диализата = 1500 мл/час

Заменяющий раствор = 800 мл/час (Pre 400 + Post 400)

Нет UF = 400 мл/час

Доза по эффлюенту = (1500 + 800 + 400) / 80
= 2700 / 80 = **33.8 мл/кг/час** ✓

Доза = 33.8 мл/кг/час (высокая доза)

9. СВОДНАЯ ТАБЛИЦА

ПАРАМЕТР	ВКЛЮЧАЕТСЯ В ДОЗУ
Поток диализата	✓
Заменяющий раствор (Pre)	✓
Заменяющий раствор (Post)	✓
Нет ультрафильтрация (UF)	✓
Скорость кровотока	✗
Объём реинфузии	✗
Лекарственные инфузии	✗

ВАЖНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

- ★ Всегда используйте актуальный вес тела пациента.
- ★ Пересчитывайте дозу при изменении потоков или веса.
- ★ Контролируйте электролиты (особенно фосфат, калий, бикарбонат).
- ★ Адекватная доза улучшает удаление растворённых веществ и исходы у пациента.

10. БЫСТРАЯ СПРАВОЧНАЯ ФОРМУЛА

Доза по эффлюенту (мл/кг/час) =

Поток диализата (мл/час) + Заменяющий раствор (мл/час) + Нет UF (мл/час)

Вес пациента (кг)

Ключевые моменты

- Доза = объём клиренса, доставляемый пациенту.
- Целевая доза = 20–30 мл/кг/час (стандарт).





ПРОДЛЁННАЯ ЗАМЕСТИТЕЛЬНАЯ ПОЧЕЧНАЯ ТЕРАПИЯ (ПЗПТ) МОНИТОРИНГ



ЦЕЛЬ:

Обеспечить эффективное удаление растворённых веществ и жидкости, поддерживать гемодинамическую стабильность, предотвращать осложнения и обеспечивать безопасную и непрерывную терапию.



КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ

- Мониторинг должен быть непрерывным, точным и своевременным.
- Раннее выявление проблем предотвращает осложнения.
- Корректируйте назначения в зависимости от состояния пациента и лабораторных данных.

1 ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Параметр	Что мониторить	Цель/Примечания
Артериальное давление (АД)	Систолическое, диастолическое и среднее АД	Поддерживать САД ≥ 65 мм рт. ст.
Частота сердечных сокращений (ЧСС)	Непрерывный контроль ЧСС	60–100 уд./мин
Центральное венозное давление (ЦВД)	Тренд ЦВД (при наличии)	8–12 см вод. ст.
Баланс жидкости	Чистое удаление жидкости, кумулятивный баланс	Согласно назначению и состоянию пациента
Наличие отёков	Периферические отёки, отёк лёгких	Снижение тенденции к отёкам

Цель: обеспечить гемодинамическую стабильность и переносимость удаления жидкости.



2 ЛАБОРАТОРНЫЙ МОНИТОРИНГ

Параметр	Частота	Цель/Примечания
Электролиты сыворотки (Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , Mg^{2+} , фосфаты, Ca^{2+})	Каждые 4–6 ч (или по показаниям)	Поддерживать в пределах нормы
Газовый состав артериальной крови (ГС АКГ)	Каждые 4–6 ч	pH: 7,35–7,45 HCO_3^- : 22–26 ммоль/л
Мочевина, креатинин	Ежедневно или по назначению	Снижение тенденции
Общий анализ крови (ОАК)	Ежедневно	Мониторинг Hb, тромбоцитов
Коагулограмма (ПТ/МНО, АЧТВ)	По назначению (при антикоагуляции)	Согласно протоколу
Ионизированный кальций (при использовании цитрата)	Каждые 4–6 ч	1,0–1,2 ммоль/л

Цель: оценить эффективность терапии, выявить осложнения и скорректировать лечение.

3 МОНИТОРИНГ ФИЛЬТРА И КОНТУРА

Параметр	Что мониторить	Цель/Примечания
Трансмембранное давление (ТМД)	Давление через фильтр	< 250 мм рт. ст. (в зависимости от типа фильтра)
Давление на входе (предфильтр) и выходе (постфильтр)	Предфильтр: отрицат. Постфильтр: положит.	Внезапный рост указывает на свёртывание
Скорость кровотока (СК)	Фактическая СК на аппарате	Согласно назначению (150–250 мл/мин)
Давление доступа	Артериальное и венозное давление	В допустимом диапазоне
Давление диализата (при использовании)	Давление линии диализата	В допустимом диапазоне
Свёртывание фильтра	Визуальный осмотр фильтра	Сгустков нет, фибриновых нитей нет

Цель: обеспечить проходимость контура и раннее выявление свёртывания или проблем с доступом.

4 МОНИТОРИНГ УПРАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТЬЮ

Параметр	Цель/Примечания
Скорость ультрафильтрации (УФ-скорость)	Согласно назначению (напр., 50–200 мл/ч)
Чистое удаление жидкости	Соответствие назначенной цели
Ввод/вывод жидкости	Почасовой учёт
Масса тела	Ежедневное взвешивание
Признаки перегрузки жидкостью	Одышка, набухание яремных вен, хрипы, увеличение веса
Признаки обезвоживания	Гипотензия, тахикардия, сухость кожи и слизистых

Цель: добиться желаемого баланса жидкости без развития гиповолемии или перегрузки.

5 МОНИТОРИНГ АНТИКОАГУЛЯЦИИ

Тип	Что мониторить	Цель/Примечания
Нефракционированный гепарин (НФГ)	АЧТВ / АКТ	АЧТВ: 50–70 сек АКТ: 150–180 сек
Цитрат	Ионизированный кальций	Постфильтрационный Ca^{2+} : 0,25–0,35 ммоль/л
Риск кровотечений	Признаки кровотечений (из места пункции, ЖКТ, моча и др.)	Минимизировать риск кровотечений
Количество тромбоцитов	Ежедневно	$> 50\,000/\text{мм}^3$ (при необходимости коррекция)

Цель: поддерживать эффективность антикоагуляции и предотвращать кровотечения.

6 МОНИТОРИНГ ДОСТУПА

Параметр	Что мониторить
Место катетера	Покраснение, отёк, выделения, болезненность
Функция катетера	Кровоток, возврат крови, сигналы давления
Положение катетера	Надёжная фиксация, отсутствие перегибов или смещения
Признаки инфекции	Лихорадка, озноб, повышение лейкоцитов

Цель: обеспечить эффективный сосудистый доступ и предотвратить инфекцию.

7 КЛИНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Параметр	Что мониторить
Неврологический статус	ШКГ, ориентировка, сонливость
Дыхательный статус	ЧДД, SpO_2 , потребность в кислороде / ИВЛ
Температура	Лихорадка или гипотермия
Желудочно-кишечный статус	Тошнота, рвота, вздутие живота

Цель: выявить ранние клинические изменения и потенциальные осложнения.

8 ПРОЧИЕ ВАЖНЫЕ АСПЕКТЫ МОНИТОРИНГА

Параметр	Что мониторить
Лекарственная терапия	Коррекция доз в зависимости от клиренса ККТ
Уровни лекарств (при необходимости)	Аминогликозиды, ванкомицин (при назначении)
Питание	Калорийность, белковый статус, мониторинг потери белка
Коммуникация	Командное взаимодействие и ведение документации

Цель: обеспечить безопасность пациента, адекватную терапию и правильное ведение документации.

СВОДКА ЧАСТОТЫ МОНИТОРИНГА

- Гемодинамика: Непрерывно
- Лабораторные показатели: Каждые 4–6 ч / по назначению
- Фильтр и контур: Непрерывно
- Баланс жидкости: Почасовой учёт
- Антикоагуляция: По протоколу
- Клиническая оценка: Ежечасно / каждая смена
- Документация: Непрерывная и точная

ВАЖНЫЕ ПРИНЦИПЫ

- Мониторите внимательно в первые 24 часа.
- Любое изменение параметров требует немедленного внимания.
- Корректируйте назначения в зависимости от состояния пациента и лабораторных данных.
- Хороший мониторинг = безопасная терапия = лучшие исходы.

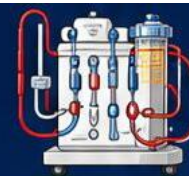
ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ СИГНАЛЫ (контролируйте и действуйте)

- Высокое ТМД → Проверьте на свёртывание.
- Высокое давление на входе → Проверьте катетер / перегибы.
- Низкий кровоток → Проверьте доступ / сигналы.
- Воздух в контуре → Риск воздушной эмболии.
- Утечка диализата → Остановите терапию, замените фильтр.





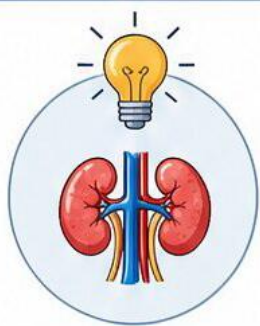
(CRRT) ПОСЛЕДНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В CRRT



ВВЕДЕНИЕ

Терапия замещения функций почек в непрерывном режиме (CRRT) постоянно развивается благодаря технологическим инновациям, новым материалам, улучшенным средствам мониторинга и повышению результатов лечения пациентов.

Эти недавние достижения сделали CRRT более безопасной, эффективной и более персонализированной для пациентов в критических состояниях.



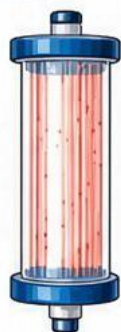
ПРЕИМУЩЕСТВА ЭТИХ ДОСТИЖЕНИЙ

- ✓ Лучшее очищение растворимых веществ
- ✓ Повышенная гемодинамическая стабильность
- ✓ Меньше осложнений
- ✓ Персонализированная терапия
- ✓ Лучшие результаты и выживаемость



КЛЮЧЕВЫЕ НЕДАВНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В CRRT

1 ПЕРЕДОВАЯ МЕМБРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ



- Мембраны с высоким уровнем отсечки (HCO) обеспечивают лучшее удаление молекул средней массы, цитокинов и белково-связанных токсинов.
- Улучшенная биосовместимость снижает воспаление и улучшает переносимость.
- Новые мембраны уменьшают потерю белка и улучшают клиренс.

Примеры: AK96 ST, полиамид, High flux, мембраны с высоким уровнем отсечки

2 ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ АДсорбЦИИ



- Устройства гемoadсорбции (например, CytoSorb®, Oxiris®) удаляют цитокины и провоспалительные медиаторы.
- Полезно при сепсисе, ССВО и цитокиновом шторме.
- Можно использовать самостоятельно или в сочетании с CRRT.

Преимущества: лучшая гемодинамическая стабильность, меньшая потребность в вазопрессорах

3 ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ АНТИКОАГУЛЯЦИИ ЦИТРАТОМ



- Региональная цитратная антикоагуляция (RCA) является стандартом во многих центрах.
- Новые протоколы снижают риск накопления цитрата.
- Более безопасная, длительная жизнеспособность фильтра и лучшая проходимость контура.

Преимущества: меньше кровотечений, большая безопасность, более длительная жизнеспособность фильтра

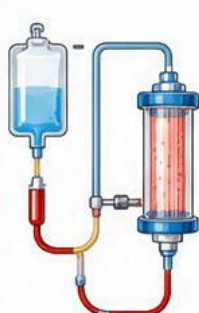
4 АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ АППАРАТЫ CRRT



- Новое поколение аппаратов с автоматическим управлением давлением.
- Интеллектуальные сигналы тревоги и автоматическая настройка повышают безопасность.
- Меньшая нагрузка на персонал и человеческие ошибки.

Примеры: PrisMax, multiFiltrate PRO, AK 98, Prismaflex

5 ОНЛАЙН-ГЕМОФИЛЬТРАЦИЯ (OL-HDF)



- Использует замещающий раствор, приготовленный онлайн из диализного раствора с бикарбонатом.
- Более стерильный, эффективный и удобный.
- Обеспечивает лучший клиренс растворимых веществ и результаты лечения.

Преимущества: лучшее удаление растворимых веществ, экономичность, стабильное качество

6 ПРЕЦИЗИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТЬЮ И МОНИТОРИНГ



- Мониторинг гемодинамики и водного баланса в режиме реального времени.
- Использование передового ПО для точного удаления жидкости.
- Целевое лечение с помощью CRRT.

Преимущества: предотвращение перегрузки жидкостью, лучшие результаты лечения

7 НОВЫЕ АНТИКОАГУЛЯНТЫ И ПРОТОКОЛЫ



- Региональный нафамостат мезилат снижает риск кровотечений.
- Новые низкодозовые протоколы гепарина.
- Персонализированная антикоагуляция на основе мониторинга.

Преимущества: более безопасная антикоагуляция, меньше кровотечений

8 МИНИАТЮРИЗИРОВАННЫЕ И ПОРТАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ CRRT



- Меньшие портативные устройства обеспечивают более легкую транспортировку и использование.
- Полезно в условиях ограниченных ресурсов и для перевода пациентов между отделениями.

Преимущества: удобство мобильности, доступность в удаленных регионах

9 ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ И ЛЕКАРСТВЕННОЙ ТЕРАПИИ



- Лучшее понимание потерь питательных веществ при CRRT.
- Новые рекомендации по дозированию лекарств во время CRRT.
- Терапевтический лекарственный мониторинг (TDM) повышает точность терапии.

Преимущества: лучшее питание, эффективное дозирование лекарств

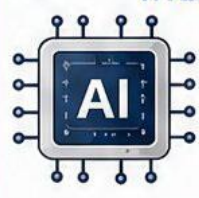
10 БИОМАРКЕРЫ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ



- Использование биомаркеров (NGAL, цистатин С, IL-6, PCT) для прогнозирования тяжести ОПП и ответа на CRRT.
- Помогает на ранних этапах инициации и мониторинга лечения.

Преимущества: раннее вмешательство, лучшая выживаемость

11 ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ (ИИ) И АНАЛИТИКА ДАННЫХ



- Алгоритмы ИИ помогают прогнозировать свертывание фильтра, гипотензию и оптимальное дозирование.
- Большие данные улучшают клинические решения.

Преимущества: персонализированная терапия, меньше осложнений

12 ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ CRRT-ТЕРАПИЯ



- Дозирование на основе индивидуальных параметров пациента: масса тела, цели по клиренсу и тяжесть.
- Динамическая настройка дозы с помощью мониторинга в режиме реального времени.

Преимущества: индивидуализированная терапия, лучшие клинические исходы

РЕЗЮМЕ

- ✓ Усовершенствования в области мембран, адсорбции и антикоагуляции делают CRRT более безопасной и эффективной.
- ✓ Интеллектуальные аппараты и мониторинг обеспечивают точную и эффективную терапию.
- ✓ Персонализированная терапия и анализ данных улучшают результаты лечения.

СОКРАЩЕНИЯ

- CRRT – Терапия замещения функций почек в непрерывном режиме
- HCO – Высокоотсекающие мембраны
- RCA – Региональная цитратная антикоагуляция
- OL-HDF – Онлайн-гемофильтрация

