

**СИНДРОМ  
ПОЛИОРГАННОЙ  
НЕДОСТАТОЧНОСТИ.  
МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ  
ОСНОВЫ.**

**ПРИНЦИПЫ  
ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ.**

**Ященко М.В. (Нефтеюганск)**

Синдром полиорганной недостаточности—тяжёлая неспецифическая стресс-реакция организма, недостаточность двух и более функциональных систем, универсальное поражение всех органов , тканей организма агрессивными медиаторами критического состояния с временным преобладанием симптомов той или иной органной недостаточности .

И.Н. Лейдерман.

Особенность полиорганной недостаточности — неудержимость развития повреждения органа жизнеобеспечения или системы до такой глубины, после достижения которой констатируется неспособность органа функционировать в интересах поддержания жизненно важных функций вообще, и сохранения всей структуры в частности.

# Предрасполагающие факторы

- Различная способность органов противостоять гипоксии и снижению кровотока
- Характер шокового фактора
- Исходное функциональное состояние органа
- Возраст старше 65 лет
- Инфаркт кишечника
- Кома в момент доставки в стационар
- Длительная и поздно начатая реанимация
- Массивная гемотрансфузия
- Персистирующий очаг первичной инфекции
- Хронические предшествующие заболевания
- Массивы некробиотически изменённых тканей
- Иммунодепрессивное и контркатаболическое действие экзогенных кортикостероидов

## Этиологические факторы

- ✓ ПОН, возникшая в связи с утяжелением какой –либо патологии, когда одна или несколько жизненных функций повреждается настолько, что требуется искусственное замещение
- ✓ Ятрогенная
- ✓ Варианты: посттравматическая, постгеморрагическая, септическая, панкреатогенная, постреанимационная

90% случаев полиорганной недостаточности имеют инфекционную природу.

Уровень летальности при этом колеблется от 35% до 75% и более.

## Фазы развития полиорганной недостаточности

- I. Индукционная — результат синтеза ряда гуморальных факторов, запускающих реакцию системного воспалительного ответа.
- II. Каскадная — развитие острого легочного повреждения , активация каскадов калликреин-кининовой системы, арахидоновой кислоты, свёртывающей системы крови и др.
- III. Вторичная аутоагрессия — предельно выреженная органная дисфункция и стабильный гиперметаболизм. То есть организм больного теряет способность к самостоятельной регуляции гомеостаза.

Основа прогрессирувания  
дисфункций и повреждений  
на органном и тканевом  
уровнях — избыточная  
системная воспалительная  
реакция.



# Медиаторы полиорганной недостаточности

## Цитокины

- ✓ Интерлейкин 1
- ✓ Интерлейкин 2
- ✓ Интерлейкин 6
- ✓ Фактор, активирующий тромбоциты
- ✓ Тромбаксан
- ✓ ФНО

## Эйкозаноиды

- ✓ Простогландины ( E1, E2)
- ✓ Лейкотриены

## Медиаторные амины

- ✓ Гистамин/сератонин

## Опиоиды/нейротрансмиттеры

- ✓ Энкефалины
- ✓ В-эндорфины

## Аминопептиды

- ✓ Тироксин
- ✓ Соматотропный гормон
- ✓ Инсулин
- ✓ Глюкогон

## Комплемент

## Кинины

## Фибронектин

## Энзимы

- ✓ Протеазы
- ✓ Лизосомальные ферменты

## Оксид азота

## Продукты ПОЛ

- ✓ Супероксидные радикалы
- ✓ Гидроксирадикалы
- ✓ перекиси

# Морфология полиорганной недостаточности

---

Дегенерация, деструкция,  
отёк, геморрагии и  
микротромбозы в тканях.

---

# Суммарные эффекты повреждения

- Генерализованная системная воспалительная реакция( синдром системного воспалительного ответа)—SIRS.
- Клинические критерии:
  - ❖ Температура более 38 гр.С или менее 36 гр.С
  - ❖ ЧСС более 90 уд/мин
  - ❖ ЧДД более 20 /мин или артериальная гипоксемия менее 32 мм.рт.ст.
  - ❖ Лейкоцитоз более 12 тыс. или лейкопения менее 4 тыс. или наличие более 10% незрелых форм нейтрофилов

# Стадии SIRS ( биохимический уровень)

- I. Локальная продукция цитокинов в ответ на травму (инфекцию).
- II. Выброс малого количества цитокинов в системный кровоток. Активизация ими макрофагов, тромбоцитов и соматотропного гормона. Развитие острофазовой реакции.
- III. Генерализация воспалительной реакции. Если регулируемые системы не способны поддерживать гомеостаз, начинают доминировать деструктивные эффекты цитокинов и других медиаторов, нарушение проницаемости и функции эндотелия капилляров, формирование отдельных очагов системного воспаления с развитием моно- и полиорганной дисфункции.

**SIRS** — СИМПТОМОКОМПЛЕКС,  
характеризующий выраженность  
воспалительной реакции в системе  
эндотелиоцитов.

**Синдром полиорганной  
недостаточности** — следует  
рассматривать как наиболее тяжёлую  
степень SIRS — генерализованное  
воспаление, вызывающее повреждение  
органной функции.

# Пути развития полиорганной недостаточности

- **Первичная** — прямой результат воздействия определённого повреждающего фактора любой этиологии. Признаки органной дисфункции появляются рано (политравма, обширные ожоги)
- **Вторичная** — результат генерализованного системного ответа организма на повреждающий фактор. Септический вариант — классическая вторичная ПОН (инфекционная инвазия)

# Последовательность вовлечения систем при ПОН

Синдром дыхательных расстройств

---

↓  
Энцефалопатия

↓  
Синдром почечной дисфункции

↓  
Синдром печёночной дисфункции

↓  
Стресс-язвы желудочно-кишечного тракта

# Изменения метаболизма при SIRS

## Протеины

- Перераспределение на глюконеогенез, синтез острофазовых белков, цитокинов, катаболизм (отрицательный азотистый баланс)

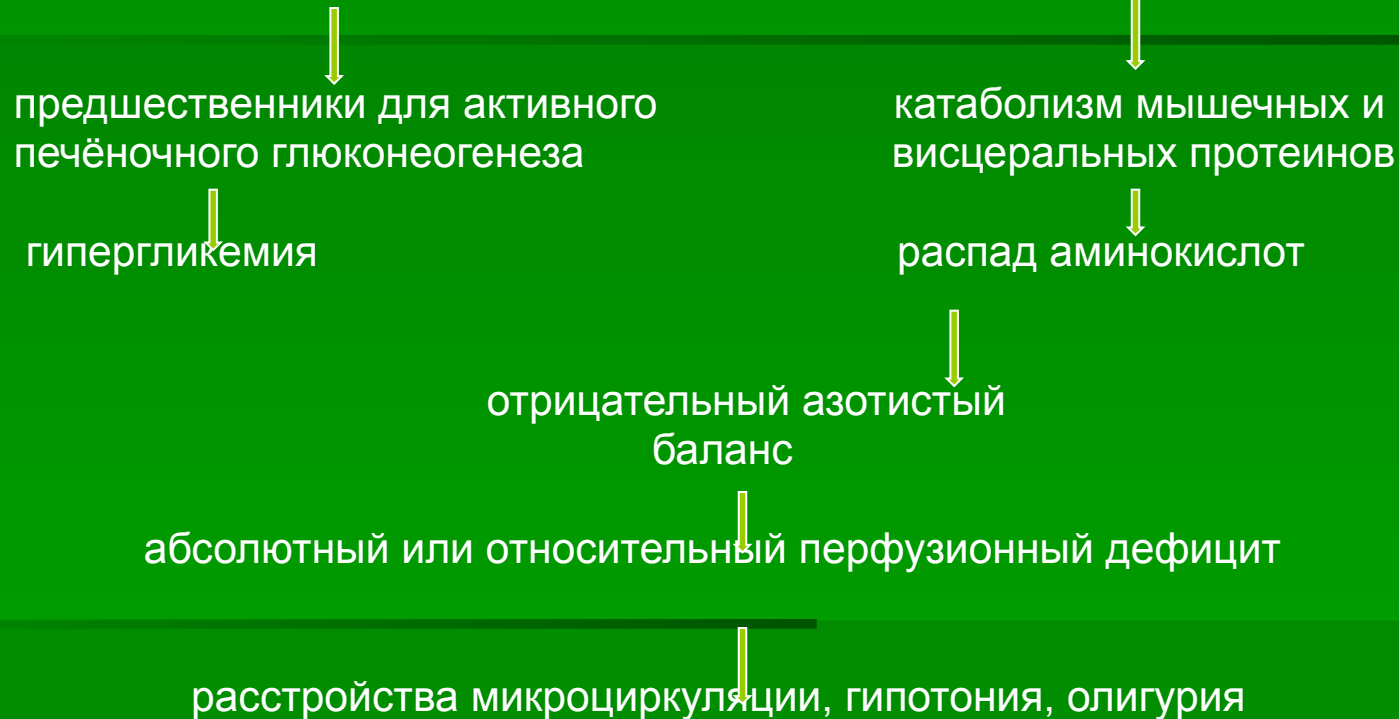
## Углеводы

- Толерантность клеток периферических тканей к инсулину и глюкозе
- Скорость продукции глюкозы возрастает с 2,5 до 4,4-5,1 мг/кг/мин
- Мобилизация аминокислот из миоцитов скелетной мускулатуры и висцеральных клеток на глюконеогенез
- Сочетание толерантности периферических тканей к глюкозе и активного глюконеогенеза



# Метаболические реакции на системное повреждение . Синдром гиперкатаболизма

Расстройства обмена протеинов → перераспределение белков → ускоренный распад протеинов



- Тканевая дизоксия—база формирования аномального механизма экстракции O<sub>2</sub> периферическими тканями, ввиду недостаточной десатурации поступающего в капиллярон гемоглобина.
- Системный выброс цитокинов, катехоламинов, ангиотензина II, простогландинов, способствует формированию тканевого шунта со снижением перфузии .

Прогрессирующий  
гиперметаболизм, развитие  
органной дисфункции,  
белковоэнергетическая  
недостаточность с  
последующей кахексией  
замыкает порочный круг  
полиорганной  
недостаточности.

# Патогенетические направления лечения

- I. Устранение действия пускового фактора.
- II. Коррекция нарушений кислородного потока с восстановлением кислородотранспортной функции крови; устранение гиповолемии и гемоконцентрации; расстройств гемореологии.
- III. Замещение функций повреждённых органов методом коррекций и экстракорпоральными.

## Обязательные мероприятия в терапии полиорганной недостаточности

- ❑ Функциональная динамическая оценка и мониторинг
- ❑ Нормализация кровообращения путём коррекции гиповолемии и инотропной поддержки
- ❑ Респираторное протезирование
- ❑ Ликвидация инфекции путём рациональной антибактериальной терапии и снижение инвазивности лечебных и диагностических процедур
- ❑ Использование экстракорпоральных методов с целью детоксикации
- ❑ Антимедиаторная терапия
- ❑ Метаболическая коррекция

## Задачи метаболической коррекции

- Коррекция нарушений КЦС и ВЭО, подавление гиперметаболического ответа на системное повреждение ( база—адекватная нутритивная поддержка: 4-5 гр/кг/сут глюкозы, 1-2 гр/кг/сут липидов, 1,5-2 гр/кг/сут протеинов)
- Раннее энтеральное ( зондовое ) питание ( через 8-12 часов после оперативной коррекции) —основа профилактики развития микробной транслокации и кишечной эндотоксемии
- Модуляция эндогенной флоры организма—деконтаминация кишечника с помощью не абсорбируемых антибиотиков ( эубиотики класса энтерола и бактисубтила—эффективны на фоне массивной антибактериальной терапии)
- Антицитокиновая терапия

Раннее применение экстракорпоральной детоксикации приводит не только к удалению широкого спектра токсичных веществ . Но и способствует нормализации грубых метаболических расстройств, что улучшает показатели кровообращения, кислородного баланса, и снижает уровень летальности при полиорганной недостаточности.

Экстракорпоральная детоксикация—не фармакологическая манипуляция на компонентах крови в экстракорпоральном контуре.

## Распространение экстракорпоральной детоксикации в интенсивной терапии

- ❑ Кризис терапии сепсиса и полиорганной недостаточности
- ❑ Относительная безопасность современных технологий интенсивной терапии
- ❑ Расширение возможностей коррекции расстройств гомеостаза
- ❑ Широкий спектр показаний
- ❑ Метод выбора при критических состояниях
- ❑ Органо-протективный уровень



## Базовые физико-химические принципы ЭКД

- Мембранный: удаление веществ через полупроницаемые мембраны
- Гравитационный: разделение центрифугированием
- Адсорбционный: удаление веществ через синтетические смолы, активированные угли
- Преципитационный: осаждение субстрататермической или химической обработкой плазмы
- Клеточная инженерия: удаление аллогенными клетками
- Селективная биотрансформация: изменение структуры или активности субстрата

# Классификация методов ЭКД

- I. Заместительная почечная терапия: диализно-фильтрационные методы
- II. Аферез: плазмаферез, цитоферез, обменное замещение крови
- III. Сорбционные: неселективная гемокарбоперфузия, лимфо- и ликворосорбция, селективная гемосорбция
- IV. Ультрафиолетовое и лазерное облучение крови
- V. Экстракорпоральная иммуномодуляция: обработка клеток крови рекомбинантными цитокинами, лейкодеплеция (лейкофильтрация)
- VI. Биопротекция: с печёночными клетками
- VII. Комбинированные системы: MARS, PROMETEUS

# Задача заместительной почечной терапии

Коррекция эндотоксемии ,  
обусловленной генерализованным  
воспалением, массивным  
цитолизом, выраженным  
протеолизом, создание условий  
для объёмной инфузионной  
терапии и гиперкалорического  
питания с высоким содержанием  
носителей азота и др.

# О с н о в н ы е п о к а з а н и я к Э П Т

- ✓ Острая почечная недостаточность
- ✓ Острое прогрессирование ХПН
- ✓ Печёночная недостаточность
- ✓ Острые экзогенные отравления и интоксикации лекарственными веществами
- ✓ Все критические расстройства метаболизма
- ✓ Синдром гипергидратации
- ✓ Патология коагуляции
- ✓ Патология акушерской практики ( тяжёлый сепсис, HELLP-синдром, преэклампсия и эклампсия—ПВВГФ, ПВВГДФ, ПА)
- ✓ Прогрессирующая полиорганная дисфункция: SIRS, панкреанекроз, сепсис, политравма, обширные ожоговые поверхности и т.д. независимо от функции почек

# Принципы выбора ЭКД

- I. Удаление медиаторов SIRS :  
ПВВГФ, ПА, иммуносорбция
- II. Коррекция расстройств тканевой  
оксигенации: ПВВГФ
- III. Коррекция ВЭО, КЩС: ЗПТ
- IV. Критические расстройства  
метаболизма: ЗПТ

# Абсолютные противопоказания к ЭКД

- ❖ Декомпенсированный рефрактерный шок ( не всегда)
- ❖ Терминальная сердечная недостаточность
- ❖ Не остановленное профузное кровотечение ( но не кровоточивость при ДВС)
- ❖ Инкурабельность основного заболевания
- ❖ Не санированный хирургический очаг ( не всегда)
- ❖ Злокачественное образование ( не всегда)
- ❖ Геморрагический инсульт в острой стадии ( только в первые 3-е суток, далее—специальные методы, ограничивающие очаг—чаще ПА)

## Несколько принципиальных «нет»

- ❑ Не нужно идти на ЭКД при гиповолемии
- ❑ Не нужно идти на ЭКД при не подготовленном гемостазе
- ❑ Не нужно идти на ЭКД при тромбоцитопении менее 50 тыс. (исключение—HELLP-синдром)

Дополнительное обеспечение : при шоковых состояниях продолжать инфузионную терапию, инотропную поддержку ( не исключено использование 2-3 препаратов) , коррекция ДВС-синдрома и обязательный мониторинг

# Осложнения ЭКД

- Гемодинамические
- Геморрагические
- Инфекционные
- Пирогенные реакции
- Аэроэмболия, тромбоз и разгерметизация контура
- Выведение базовых препаратов ( + 30% к антибактериальной терапии во время проведения процедуры)
- REBOUND-синдром ( частая проблема малообъёмной детоксикации , характерно для гемосорбции и гемодиализа)



## Причины плохих исходов?

- Некорректный выбор метода ЭКД
- Позднее начало лечения
- Неадекватная доза очищения крови
- Необоснованные показания
- Изменения в сторону снижения и/или отмены метода интенсивной терапии

## Тактика ЗПТ при критических состояниях

- ❑ Раннее начало
- ❑ Наличие синдрома гипергидратации
- ❑ Уровень калия стойко выше 6,7 ммоль/л
- ❑ Декомпенсированный метаболический ацидоз
- ❑ Клинические симптомы азотемии
- ❑ Азотемия у пожилых ( уровень мочевины более 20-23 ммоль/л , особенно при возникновении и прогрессировании энцефалопатии—дурашливость и неадекватность)

# Характеристики

ПЗПТ—интенсивно, надёжно и надолго снижает уровень азотемии, способствует развитию гемодинамической толерантности, уменьшает внутричерепную гипертензию и церебральный отёк, стабилизирует ВЭО и метаболический статус.

- Гемофильтрация—ведущий метод удаления молекул с низкой и средней массой ( мочевины, креатинина, миоглобина, амилазы, медиаторов SIRS)
- Гемодиафильтрация—эффективное удаление молекул низкой и высокой массы , но не удаляет молекулы средней массы ( которые есть при РДСВ, SIRS, рабдомиолизе, панкреатите)
- Ультрафильтрация—удаление только воды

# Выбор заместительной почечной терапии

## Интермиттирующая

---

- ✓ Изолированная ОПН
- ✓ Отсутствиие РДСВ
- ✓ Инотропная поддержка в малых дозах

## Постоянная

- ✓ СПОН, SIRS, СОПЛ, ОИМ, интерстициальный отёк лёгких, высокодозная инотропная поддержка
- ✓ гиперкатаболизм

## Как избежать **REBOUND**-синдрома?

Если есть расстройства гемодинамики, скорость удаления ультрафильтрата = 120-170 мл/мин ( но не более 0,5 л/час)

Температура=35,5-36,0 грС

Минимальное время сеанса ( Индекс Hotch)=  $(0,65MT * 1,2) : K$

( K —клиренс мочевины—мл/мин—на диализаторе)

Эквилибрированный индекс Hotch учитывает феномен REBOUND—рассчитанный увеличить на 0,2

Для ПЗПТ рассчитанный индекс Hotch умножить на 6 ( недельный)

# Характеристика мембран диализаторов

Используются на современном этапе принципиально новые гемофилтраты-диализаторы.

Изготовлены из кополимера акрилонитрила и метилсульфоната натрия.

## Преимущества:

- ✓ Высокая биологическая совместимость и проницаемость
- ✓ Совмещение процессов диффузии, конвекции и частичной адсорбции
- ✓ Минимальная активация тромбоцитов ( требует введение меньшей дозы антикоагулянта)
- ✓ Обеспечение высоких клиренсов мочевины и креатинина

Варианты: Ultraflux AV 400 и AV 600 ( полисульфон) ; F5,F6,F8 ( полисульфон)—фирма Fresenius

Купрофановые ( целлюлоза—Baxter –CA210)—активируют систему комплемента, вызывают инфекционные осложнения

Multiflow 60 ( Hospal) —у больных, принимающих АПФ вызывают бронхоспазм и гипотензию, риск извращённого эффекта седативных препаратов.

# Применение гепарина

- Региональная антикоагуляция с протамина сульфатом.  
Через несколько часов после гемодиализа комплекс гепарин/протамин разрушается, и гепарин разом поступает в циркуляцию.
- ЗПТ без гепарина у больных с тяжёлой гипокоагуляцией.  
Отмыть диализатор путём рециркуляции с содержанием 2-5 тыс. ЕД гепарина в физиологическом растворе. Далее отмыть физиологическим раствором без гепарина. Циркуляция крови=250-500 мл/мин, каждые 15-30 мин. В артериальную линию вводиться 25-30 мл физиологического раствора для отмывания линий и диализатора от наложений фибрина.  
Учёт введённого физиологического раствора в балансе УФ , чтобы избежать гипергидратации. Контроль тромбообразования!
- Использование низкомолекулярного гепарина, региональная цитратная антикоагуляция , использование простациклина—пока не получили широкого распространения.

- Клиническое состояние больного, причина и характер синдрома полиорганной недостаточности, темп диуреза, суточный прирост азотемии, уровень плазменного калия, динамика КЩС, ЦВД и рентгенологическая картина лёгких— это те динамические показатели, на которых должно основываться принятие решения о сроках начала лечения заместительной почечной терапией.



# Задачи, решаемые при ЗПТ

- Продолжительность и частота
- Скорость кровотока и потока диализной жидкости
- Профилирование уровня натрия и УФ
- Варьирование содержания калия и глюкозы в диализате
- Изменение содержания бикарбоната в диализате
- Подбор оптимальных концентраций кальция и магния в диализате
- Проведение изолированной УФ
- Подбор диализатора по площади, типу мембраны, УФ и т.д
- Выравнивание температуры диализата
- Профилирование гепарина
- Регионарная гепаринизация
- Ведение ЗПТ без гепарина

Суммарная доза гепарина при интермиттирующем гемодиализе меньше , чем при ПГДФ.

Другая очевидная проблема ПГДФ— распространённая практика использования лактатных субституатов без учёта функционального состояния печени и возможности контроля уровня лактата в крови .

С клинической точки зрения ПГДФ более актуальна в лечении СПОН, при условии, когда уремическая интоксикация не носит доминирующий характер, а имеет вялотекущее течение .

В таком варианте ПОН—ПГДФ более эффективна для профилактики ОПН, чем его лечение .

# Стандарт гемофильтрации

- Скорость кровотока=120-170 мл/мин( оптимально=150 мл/мин)
- УФ=1-2 л/час
- Скорость потока субституата=1-2л/час ( среднее значение= 30л/сут), это минимальный объём замещения
- Скорость потока диализата= 1-2 л/час ( до 3-5 л/час)
- Уровень мочевины в контроле=9-10 ммоль/л ( оптимальное значение= 4-5 ммоль/л)
- TMP не более 150 мм.рт.ст
- Температура=35,5-36,5 грС при гипотонии и шоках
- Температура =37,5-37,7 грС—стандартная
- Негативный водный баланс= 1,5-3 мл/кг/час= 50-70 мл/кг/сут. Увеличение недопустимо. Даже если пациент хорошо переносит процедуру.
- У детей используют только! бикарбонатный субституат
- Потери бикарбоната значимы, поэтому в предилюцию для профилактики вводится 4% раствор соды 10-15 мл ( при работе с лактатным субституатом, и если нет декомпенсированного ацидоза)

При шоках, гипотонии контур заполняется альбумином и на один час после подключения пациента в контур необходимо установить нулевой баланс УФ ( изоволемическое подключение). Оптимальный натрий в диализате = 135-140 ммоль.

Шок, гипотония, гипергидратация—натрий в диализате должен быть 145-150 ммоль. При септическом шоке скорость УФ= 45-60 мл/кг/час.

## Выбор диализата

### ▪ Натрий плазмы (ммоль/л)

137-140

130-137

Меньше 130

Больше 145

### Калий плазмы ( ммоль/л)

Меньше 4

Больше 5,5

Больше 7

### ▪ Натрий диализата ( ммоль)

140-145

140 + ( 140- натрий плазмы)

Натрий плазмы +10

Натрий плазмы -5

### Калий диализцата ( ммоль)

4-4,5

2-3

Меньше 2

Гипотензию и гиповолемию —  
потенцирует безглюкозный  
диализат.

Содержание глюкозы в  
диализате должно быть не  
менее 2 ммоль.

# ЗПТ у детей

- Параметры : PRIZMA

Скорость кровотока= 3-5 мл/кг/мин

Скорость УФ= 8-20 мл/м<sup>2</sup>/ мин

Скорость потока диализата= 15-25 мл/м<sup>2</sup>/мин

Гепаринизация : болюс = 20-30 ЕД/ кг+  
постоянная= 10-30 ЕД/ кг/час

Контроль роста АЧТВ= 1,5-2 раза

# Сосудистый доступ

- ❖ Бедренная вена предпочтительнее у больных в критическом состоянии . Высокий риск инфицирования. Оптимальная длина катетера= 25-35 см. Короткие бедренные катетеры дают максимальную величину рециркуляции ( до 38%)
- ❖ Подключичная вена—доступ опасен стенозом и тромбозом ветвей верхней полой вены. Является местом резервного доступа. Оптимальная длина катетера= 20-25 см.
- ❖ Яремная вена –меньше осложнений по сравнению с подключичной ; опасна инфекционными осложнениями. Оптимальная длина катетера = 20-25 см.

# Мониторинг

Контроль АЧТВ первые 2 часа от начала процедуры раз / час ; затем поддержание АЧТВ на уровне в 2 раза выше нормы.

До и после процедуры—  
биохимический контроль.