

# **Основы инфузионной терапии**

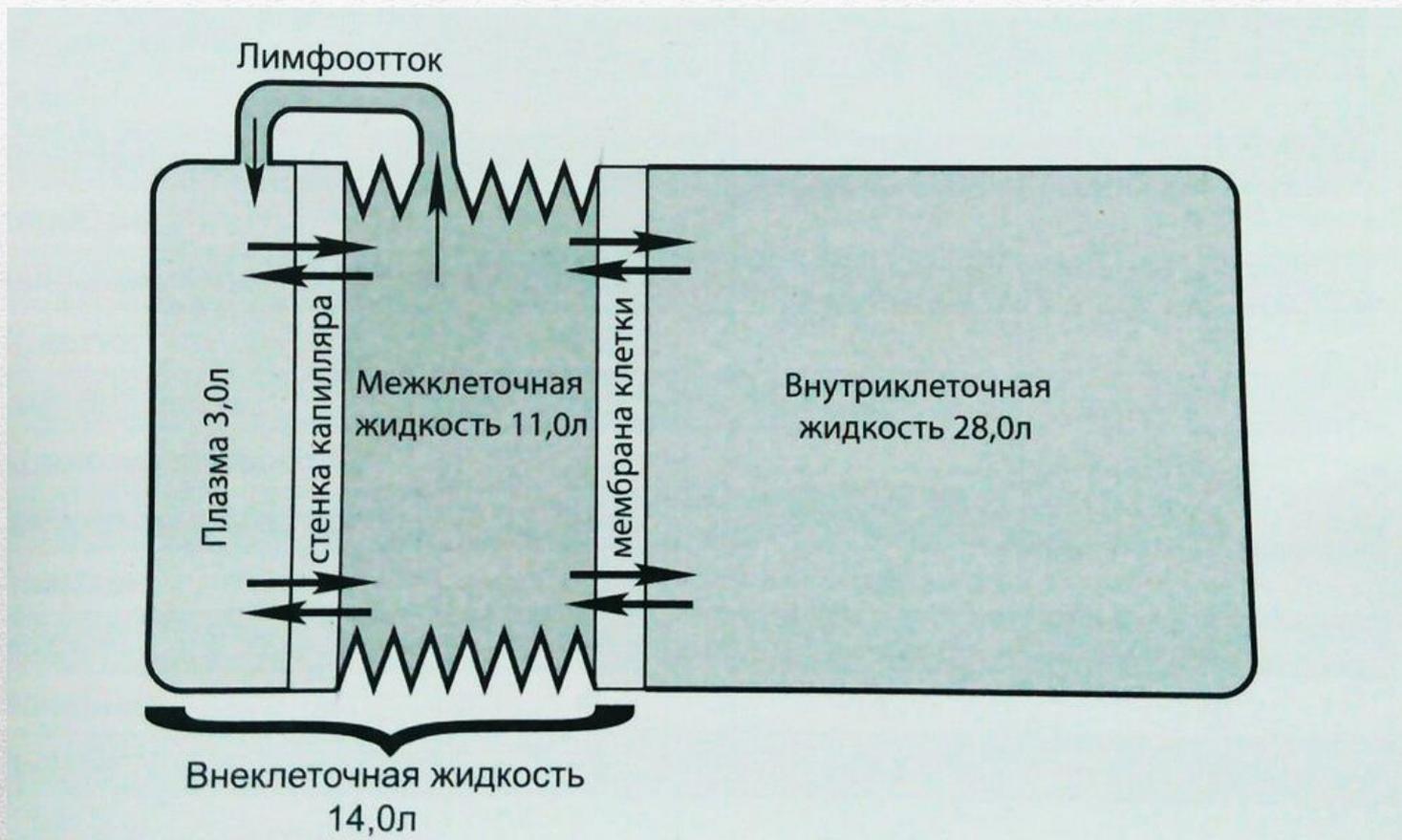
---

Пискунова Н.Н.

# План

- Физиология обмена жидкости и электролитов
  - Задачи инфузионной терапии
  - Типы растворов
  - Мониторинг инфузионной терапии
  - Кровь и ее компоненты
  - Осложнения гемотрансфузии
-

# Распределение воды в организме.



# Электролитный состав жидкостей организма в норме

Электролиты	Плазма (ммоль/л)	Интерстициальная жидкость (ммоль/л)	Внутриклеточная жидкость (ммоль/л)
Na <sup>+</sup>	142	145	10
K <sup>+</sup>	4	4	159
Mg <sup>2+</sup>	1	1	20
Ca <sup>2+</sup>	2,5	1,5	0,5
Cl <sup>-</sup>	103	117	10
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25	27	7

# Восполнение физиологических потребностей в жидкости

Масса	Скорость инфузии
Первые 10 кг	4 мл/кг/ч
С 11-го по 20-й кг	Добавить 2 мл/кг/ч
Каждый последующий кг свыше 20 кг	Добавить 1 мл/кг/ч

Например, у больного весом 70 кг, который ничего не принимал внутрь в течение 8 ч, дефицит жидкости составит  $(40+20+50)\text{мл/ч} * 8\text{ч} = 880\text{ мл}$ .

---

# Задачи инфузионной терапии

- Восстановление и поддержание объема и состава водных секторов (ОЦК)
  - Увеличение преднагрузки и сердечного выброса
  - Обеспечение транспорта O<sub>2</sub>
  - Оптимизация гемодинамики и микроциркуляции
  - Коррекция гомеостаза (КЩР, ВЭН)
  - Профилактика реперфузионных повреждений
-

# Важно

- Цель инфузии
  - Тип и состав инфузионной среды
  - Объем и темп инфузии
  - Осложнения
-

# Основные типы растворов

- Кристаллоидные.
  - Коллоидные .
  - Кровь и ее компоненты.
-

**Внутрисосудистый  
компаратмент**

**Межклеточный  
компаратмент**

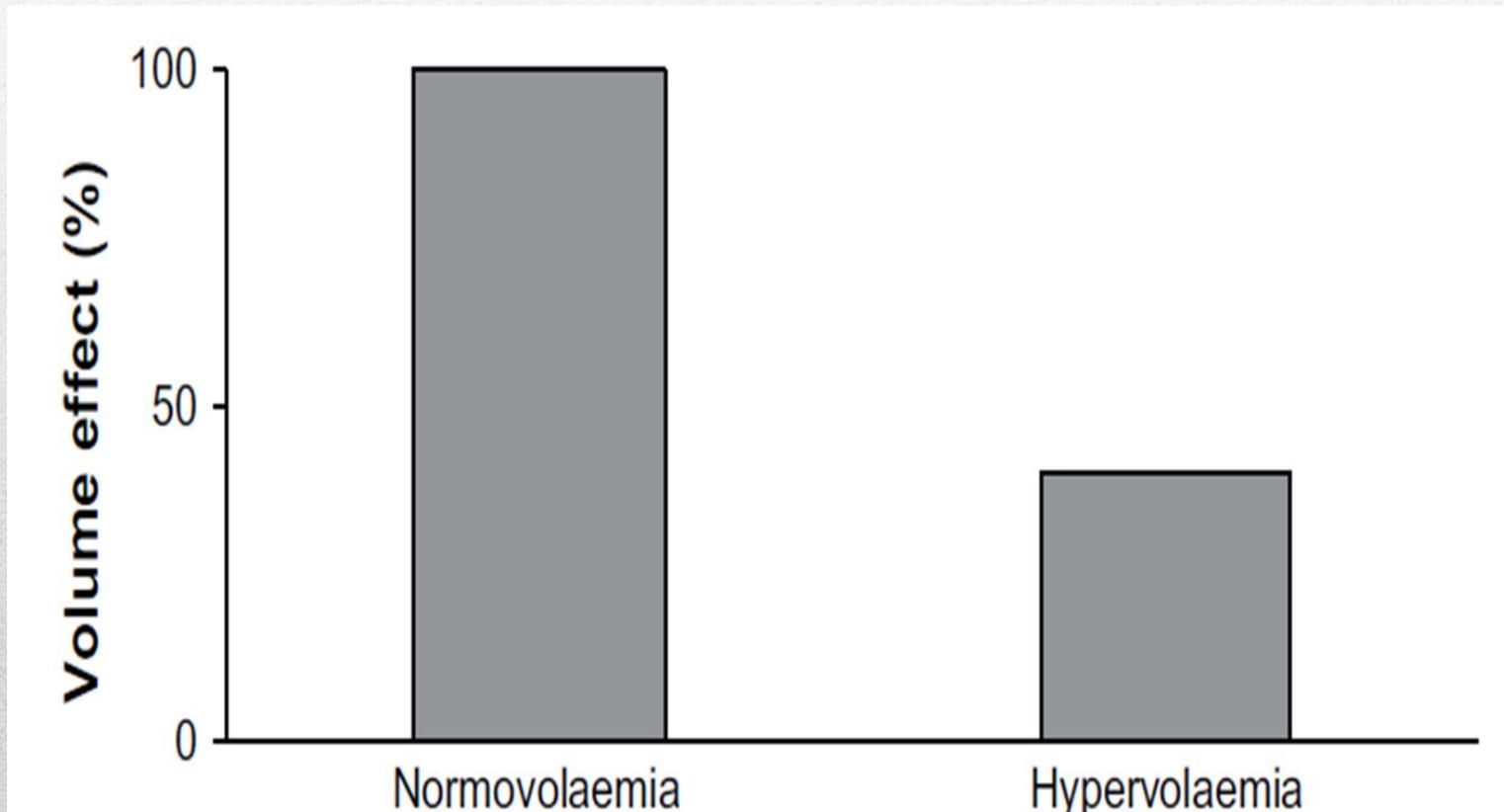
**Внутриклеточный  
компаратмент**

**Коллоиды**

**Кристаллоиды**

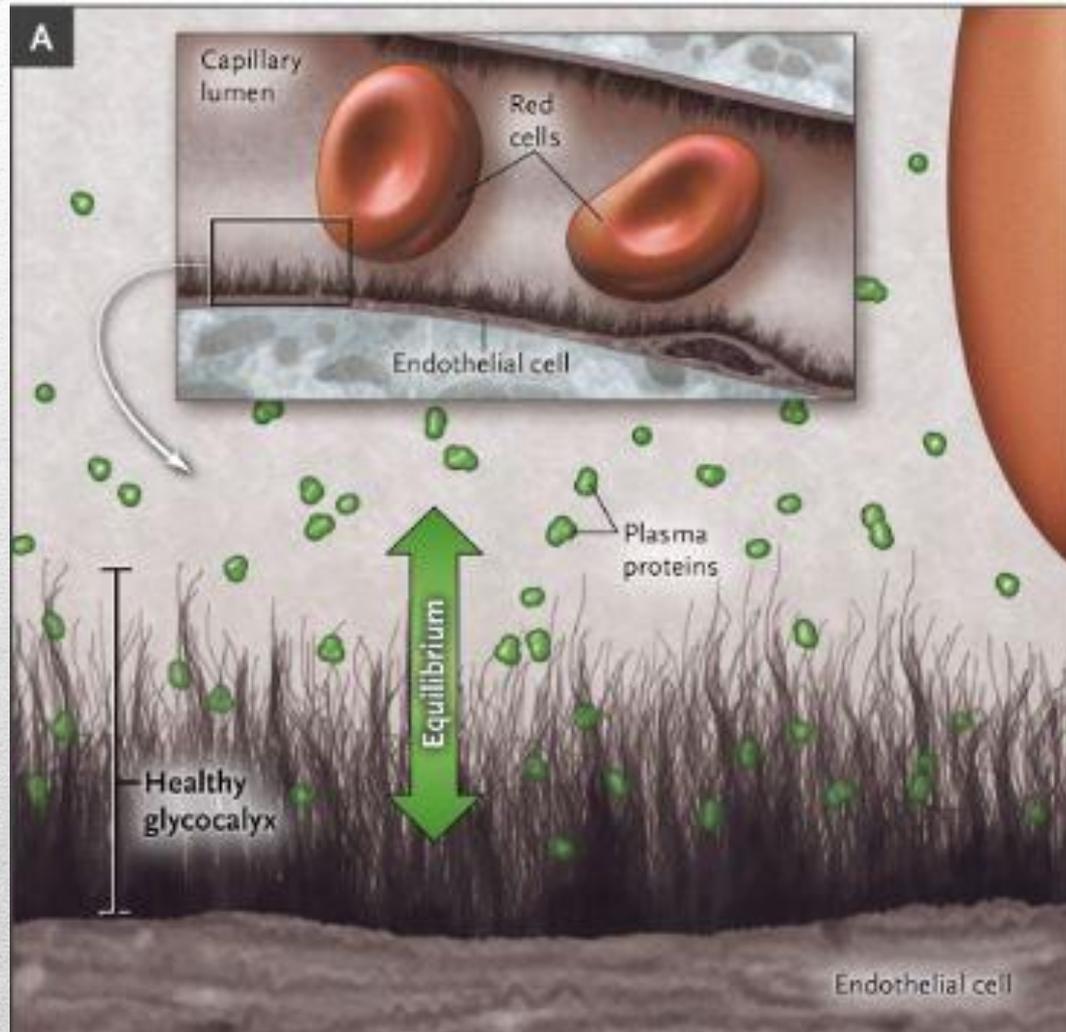
**Глюкоза**

При гиперволемии больше половины объема коллоида в течение 2 ч уходит в интерстиций

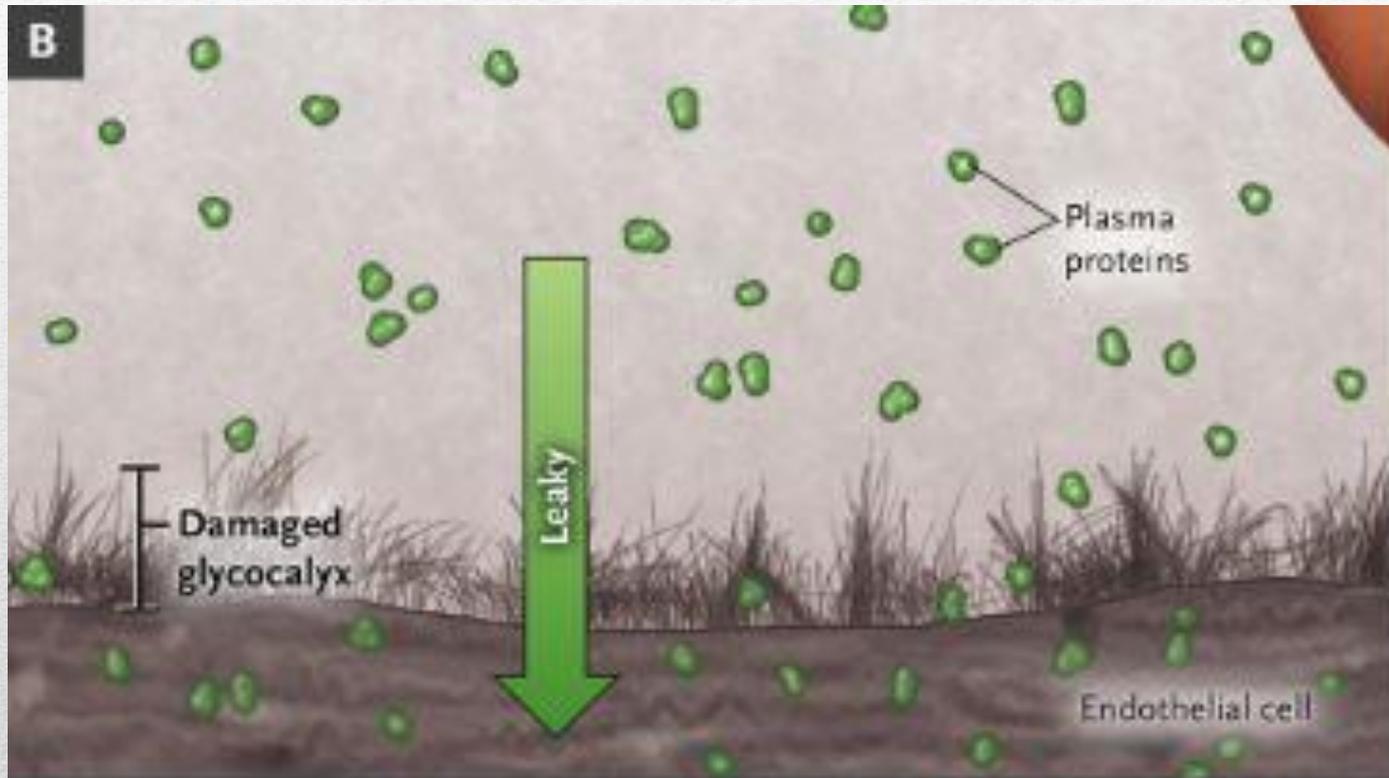


(Jacob et al. 2007, Lancet 369: 1984–1986)

Здоровый гликокаликс . Альбумин не проникает через сосудистую стенку.



## Миграция альбуминов через поврежденный гликокаликс

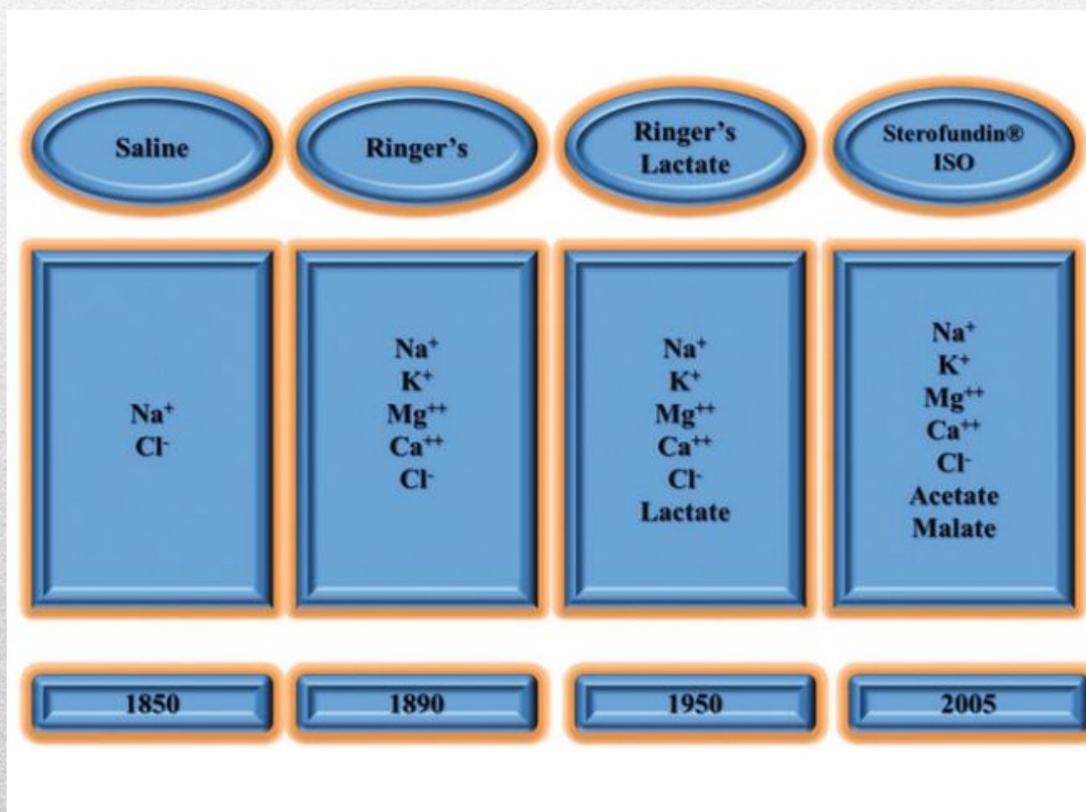


- Все это указывает на зависимость между альтерацией эндотелиального гликокаликса и переходом коллоидов в интерстициальное пространство. Деструкция эндотелиального поверхностного слоя и, поэтому, сосудистого барьера, приводит к возврату к классическому уравнению Старлинга, но в условиях высокого интерстициального КОД, что приводит к катастрофическому отеку (*Chappell D.et al. Anesthesiology 2008; 109:723–40*)
  - Как можно этого избежать клинически?
-

# Кристаллоидные растворы

- Кристаллоидами являются жидкости, содержащие воду и электролиты, способные проходить через эндотелий капилляров.
-

# Кристаллоидные растворы



# Кристаллоидные растворы

	Гипотонические	<u>Нормотонические</u>	Гипертонические
Физиологические	Раствор глюкозы 5%, Раствор <u>Хартига</u>	<u>NaCl 0,9%</u> , <u>Рингер</u> , <u>Стерофундин</u> , <u>Ионостерил</u>	<u>NaCl 3%, 10%</u> Раствор глюкозы 10%, 20%
Электролитные	<u>Ацесоль</u> , <u>Дисоль</u>	<u>Хлосоль</u> , <u>Трисоль</u> , КМА	<u>KCl</u> , MgSO4
Буферные		<u>Рингер</u> , <u>Стерофундин</u>	NaHCO3 4%, 7% <u>Трометамол</u>

# Нормотонические растворы

- Не создают коллоидно - онкотического давления
  - Обладают быстрой почечной экскрецией
  - В качестве базисной ИТ
  - При ожогах, шоке, сепсисе, острой кровопотере
-

# ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ раствор



- Изотоничен
- Изоосмотичен

## Состав:

Активные вещества:

Натрия хлорид-9г

pH 5,0-7,5

Теоретическая осмолярность  
308мОсм/л

# NaCl 0,9%

Избыток  $\text{Na}^+$



Дегидратация  
клеток

Гиперхлоремия



Гиперхлоремический  
ацидоз

Отсутствие резерва  
щелочности



Метаболический  
ацидоз

Отсутствие  $\text{Ca}^{2+}$



Гемодилюционная  
коагулопатия

# Гипертонические растворы

- NaCl 3%, 10%
- Раствор глюкозы 10%, 20%
- NaHCO<sub>3</sub> 4%, 7%
- Трометамол



# Гипотонические растворы

- Раствор глюкозы 5%
  - Раствор Хартига
  - Ацесоль, Дисоль
-

# 5% раствор декстрозы



- действует как свободная вода
- ИЗООСМОТИЧЕН
- НЕ ВЫЗЫВАЕТ ГЕМОЛИЗА
- восполняет объем циркулирующей крови
- обеспечивает субстратное пополнение энергозатрат

# Сбалансированные растворы

- Рингер-лактат
- Плазмалит
- Нормосол
- Стерофундин



# Сбалансированные растворы

- Изотоничны
  - Максимально приближены к плазме
  - Оптимальный подбор анионов
  - Ацетат и малат в качестве буфера
  - Может применяться при печеночной недостаточности
-

# Коллоидные растворы

- Природные
    - альбумин
  - Синтетические
  - Декстраны
    - Желатины
    - ГЭК
-

# Альбумин

- Белок массой 69 кДа, синтезируемый печенью и на 70% определяющий КОД плазмы

Онкотичность	Растворы альбумина
Гипоонкотичные	4%
Изоонкотичные	5%
Гиперонкотичные	20% и 25%

# Показания:

- Ожоги
  - Геморрагический шок
  - Сепсис
  - Острая печеночная недостаточность
  - Нефротический синдром
  - Плазмаферез
-

# Декстраны

- Растворы декстрана представляют собой водорастворимые полимеры глюкозы, синтезируемые определенными видами бактерий из сахарозы.
-

## Низкомолекулярные (30-40 кДА)

- Реополиглюкин
- Реоглюман
- Реомакродекс
- Лонгастерил 40

## Среднемолекулярные (50-70 кДА)

- Макродекс
- Хемодекс
- Полифер
- Полиглюкин
- Лонгастерил 70

# Декстраны

---

<b>Characteristics of Dextran Solutions</b>	<b>6% Dextran 70</b>	<b>10% Dextran 40</b>
Mean Molecular Weight (Dalton)	70,000	40,000
Volume efficacy (%) (approx.)	100	175-(200)
Volume effect (hours) (approx.)	5	3-4
Maximum Daily Dose (g/kg)	1.5	1.5

---

# Декстрановая почка

Ограниченный диурез



Увеличение вязкости мочи



Закупорка петли Генле

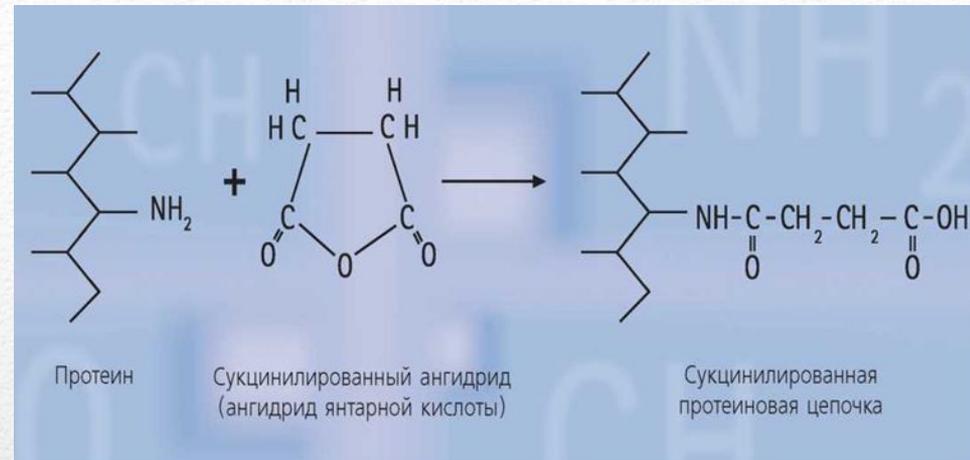


Уменьшение гломерулярной фильтрации



Анурия

# Желатины



- Денатурированные белки коллагена массой 30 кДа

Characteristics of gelatin solutions	Succinylated gelatin	Cross-linked gelatin	Urea cross-linked gelatin
Concentration (%)	4.0	5.5	3.5
Mean Molecular Weight (Dalton)	30,000	30,000	35,000
Volume efficacy (%) (approx.)	80	80	80
Volume effect (hours) (approx.)	1-3	1-3	1-3
Osmolarity (mOsm/L)	274	296	301

# Единственный отечественный препарат модифицированного желатина:



- Состав на 1000 мл:
- Действующие вещества:
- Желатина полисукцинат .....40,05 г.
- Натрия ацетат тригидрат.....3,675 г.
- Натрия хлорид.....4,590 г.
- Калия хлорид.....0,403 г.
- Кальция хлорид дигидрат.....0,133 г.
- Магния хлорид гексагидрат.....0,203 г.
- Натрия гидроксид.....0,980 г.
- Вспомогательные вещества: *вода для инъекций.*
  
- Осмоляльность: 216 – 273 мОсм/кг; pH – 7,1 -7,7
- Форма выпуска: стеклянные флаконы емкостью 500 мл.
- Раствор сбалансированный

# Желатины

- Доступность
  - Быстро повышают ОЦК
  - Вызывают осмотический диурез
-

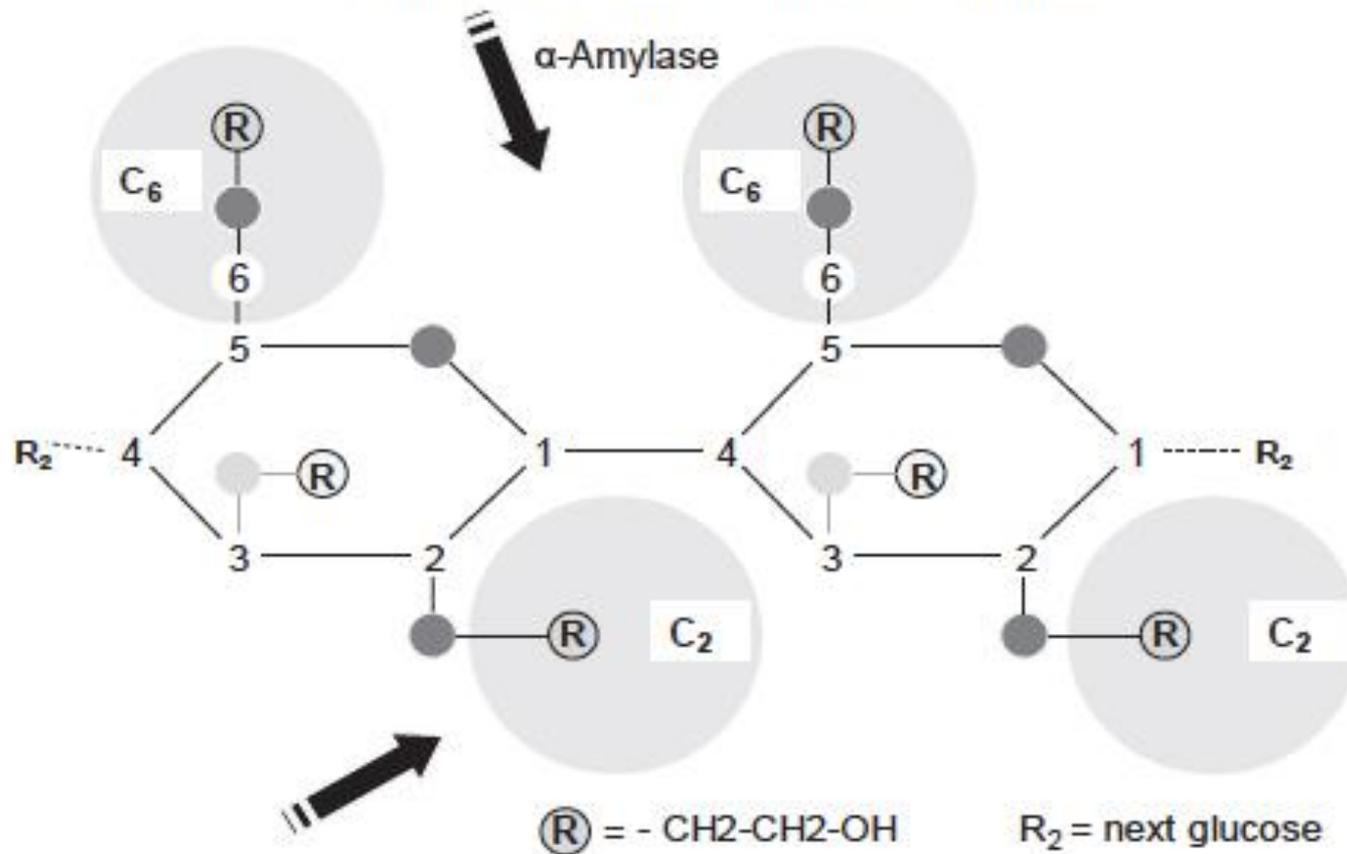
# Гидроксиэтилкрахмалы

- Гидроксиэтилкрахмал (гетакрахмал) является синтетическим коллоидным раствором, в котором молекулярная масса варьирует от 10 000 до 2 млн дальтон.
- рН 5,5
- осмоляльность 310 мОсм/л.



Рис. 2. Влияние отношения  $C_2/C_6$  на скорость метаболизма.

Чем ниже  $C_2/C_6$ , тем быстрее метаболизм



# Эффекты

- снижают концентрацию фактора VIII:C и фактора фон Виллебранда (ФВ)
  - удлиняют АЧТВ
  - влияют на адгезию тромбоцитов и формирование тромба
-

# Как контролировать инфузионную терапию

- Артериальное давление и ЧСС (при нормальных показателях нет показаний к массивным инфузиям)
  - Суточный баланс по жидкости (близкий к нулевому)
  - Определение  $ScvO_2$  и лактата (при нормальных показателях нет показаний к массивным инфузиям)
  - Малоинвазивные методы определения параметров сердца (изменение систолического объема в ответ на объемную нагрузку, индекс внутригрудного объема крови )
-

# Трансфузионная терапия

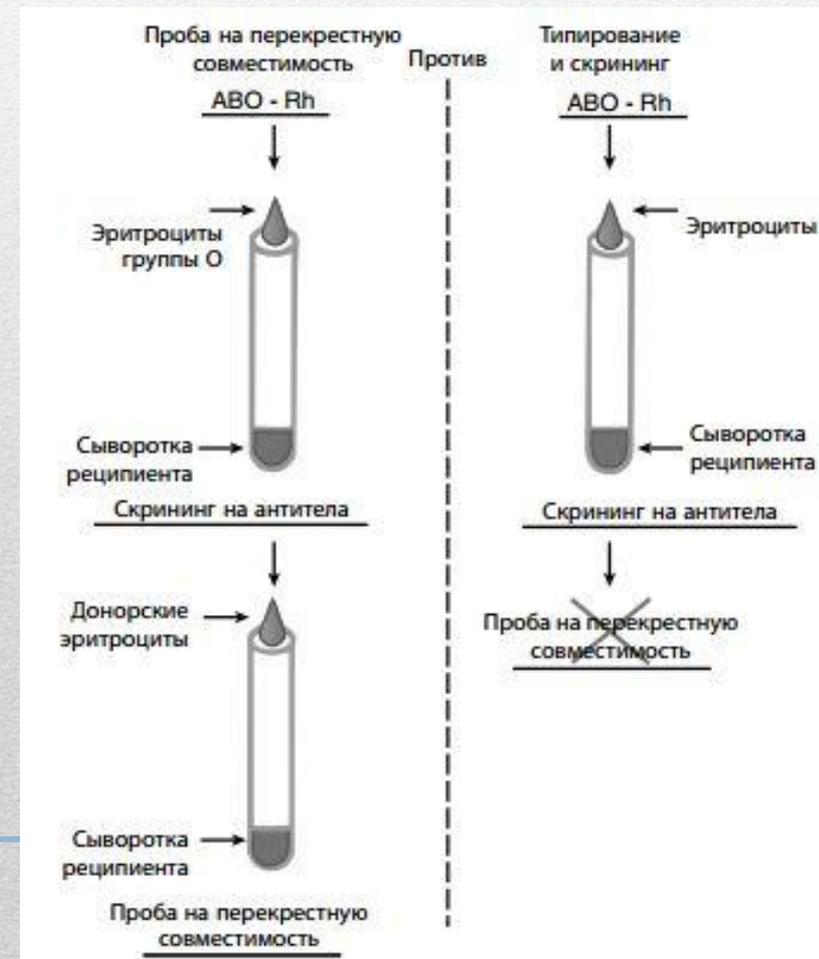
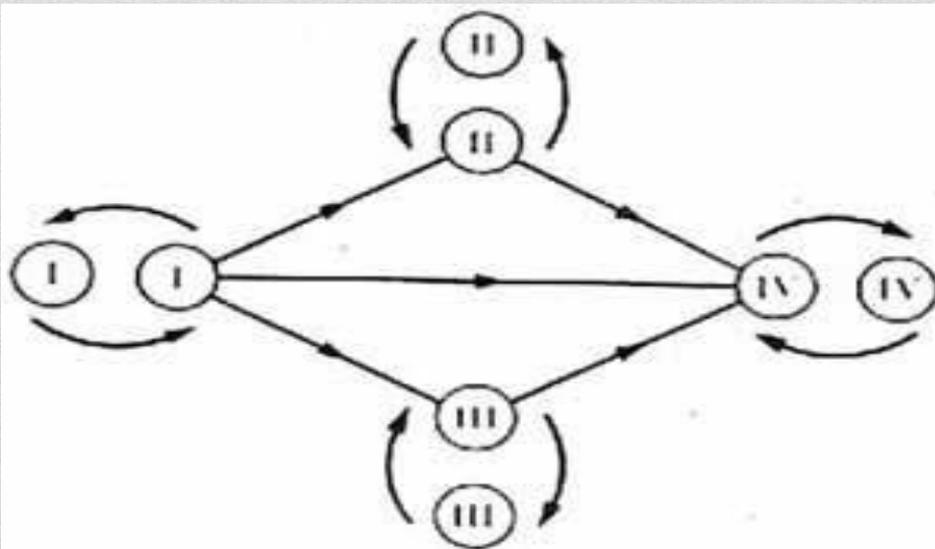
- Целью является восстановление внутрисосудистого объема, сердечного выброса и органной перфузии до нормального уровня.
-

# Кровь и ее компоненты

- Аутологичная кровь
  - Концентраты эритроцитов
  - Концентраты тромбоцитов
  - Свежезамороженная плазма
  - Криопреципитат
  - Монодонорская плазма
-

# Тестирование на совместимость

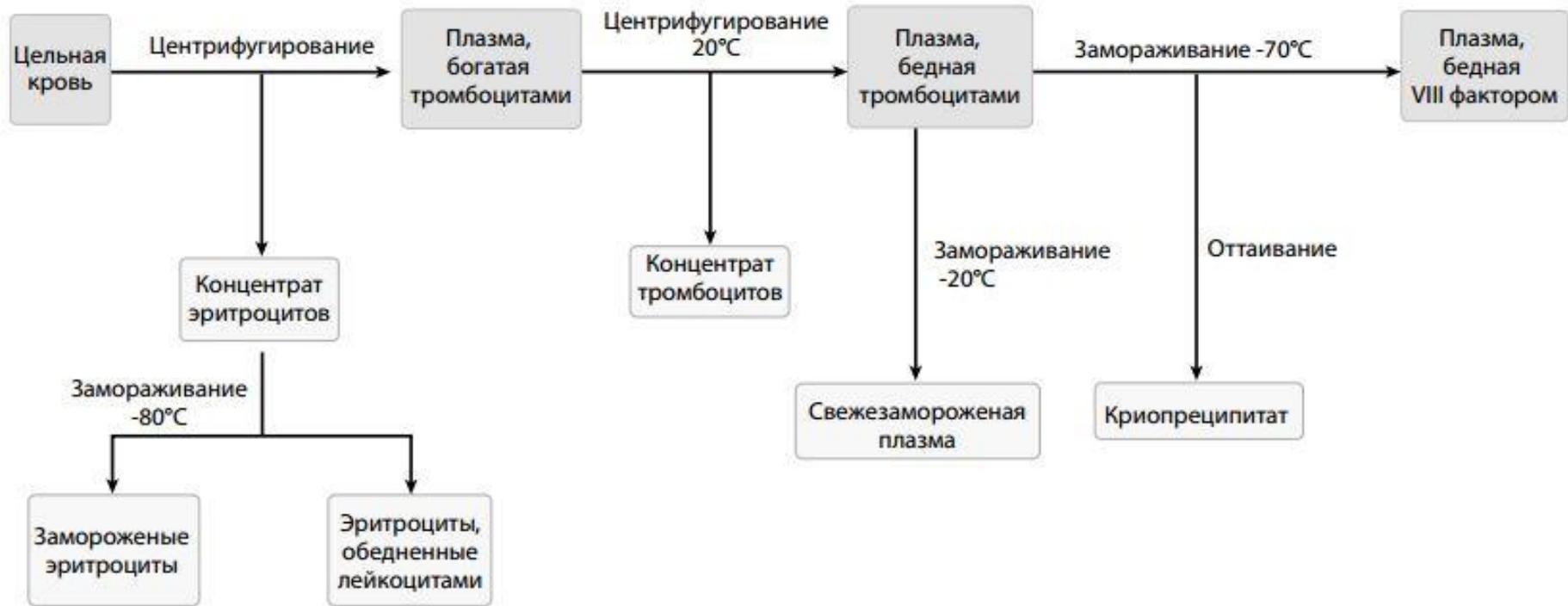
- АВ0-Rh-типирование
- Кросс-матч тест
- Типирование и скрининг



# Показания к трансфузии

- Кровопотеря более 20% ОЦК, но не менее 100 мл
- Уровень гемоглобина менее 80 г/л
- Уровень гемоглобина менее 100 г/л при тяжелых заболеваниях (эмфизема, ишемическая болезнь сердца)
- Уровень гемоглобина менее 100 г/л для аутоэритроцитов
- Уровень гемоглобина менее 120 г/л у пациентов, зависящих от ИВЛ

# Схема разделения цельной крови на компоненты



# Концентраты эритроцитов

содержат такое же количество гемоглобина, что и цельная кровь, но большая часть плазмы в них удалена.

Из концентрата эритроцитов – 70%

Растворы, рекомендуемые для разведения концентрата эритроцитов:

- 5% декстроза в 0,4% хлориде натрия
- 5% декстроза в 0,9% хлориде натрия
- Нормосол-Р с рН 7,4.



# Концентраты тромбоцитов

Проблемы, связанные с использованием тромбоцитов:

- Сложность получения
- Срок хранения
- Бактериальная контаминация
- Эффективны при комнатной температуре, что поддерживает рост бактерий.



# Свежезамороженная плазма

- СЗП готовится непосредственно после забора крови у донора. Она содержит все плазменные белки, в частности V и VIII факторы свертывания, постепенно разрушающиеся в процессе хранения крови.
-

# Показания к применению СЗП

- Восполнение изолированного дефицита факторов свертывания (подтвержденного лабораторными данными)
- Реверсия эффекта варфарина (5-8 мл/кг СЗП)
- Дефицит антитромбина III
- Лечение иммунодефицита
- Лечение тромботической тромбоцитопенической пурпуры
- Массивная гемотрансфузия (редко и только, если активность факторов V и VIII снизилась менее 25% от нормы)
- Требования к пунктам 1 и 6 – удлинение АЧТВ и протромбинового времени в более чем 1,5 раза.

# Криопреципитат

Содержит:

- фактор VIII:C (прокоагулянт)
  - фактор VIII:vWF (фактор Виллебранда)
  - фибриноген, фактор XIII
  - фибронектин
-

# Важно

Криопреципитат следует вводить через фильтр, и как можно быстрее. Скорость введения должна быть, по меньшей мере, 200 мл/ч, и инфузия должна быть завершена в течение 6 ч после размораживания.

---

# Осложнения гемотрансфузии

- Нарушения транспорта кислорода
  - Нарушение системы гемостаза
  - Дилуционная тромбоцитопения
  - Синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания (ДВС)
  - Цитратная интоксикация и гиперкалиемия
  - Температура
  - Нарушения КЩР
  - Гемолитические трансфузионные реакции
  - Септические трансфузии
  - Трансфузионно-обусловленное острое легочное повреждение (TRALI)
-



Действительно ли пациент нуждается  
в трансфузионной терапии???

---

**Спасибо за внимание!**

---